Introdução ao

Sistema de Posicionamento Global

GPS

Gustavo Marques Borges

SUMÁRIO

página

Apresentação..... 03
1. O Sistema de Posicionamento Global – GPS..... 04
1.1 – Histórico..... 04
1.2 - O Segmento Espacial..... 05
1.3 – O Segmento de Controle..... 05
1.4 - O Segmento de usuários..... 06
2. O Principio de Funcionamento..... 06
2.1 – Características do sinal..... 06
2.2 – A precisão do sistema..... 07
2.3 – A geometria dos satélites..... 08
3. As fontes de erro do GPS..... 08
4. Métodos de posicionamento..... 10
4.1 – Diferencial GPS (DGPS)..... 10
4.2 – Estático..... 11
4.3 – Rápido – Estático..... 11
4.4 – Cinemático..... 11
4.5- Pseudo-Cinemático..... 11
4.6 - Para-Avança (Stop and GO) 11
5. Receptores GPS (Aspectos técnicos)..... 12
5.1 – Rastreamento dos satélites..... 12
5.2- Canais..... 12
5.3 – Antenas..... 12
5.4 – Entrada de dados..... 13
5.5 – Tipos de receptores..... 13
6. Aplicações diversas..... 15
6.1 – Agricultura. 15
6.2 – Esportes de aventura..... 15
6.3 – Proteção civil..... 15
6.4 – Cálculo de áreas..... 15
7. Procedimentos para minimizar os erros na coleta de dados..... 16
8. Integração GPS/GIS..... 17
9. Vantagens do GPS..... 17
10. Limitações do GPS..... 18
11. A Rede Brasileira de Monitoramento Continuo – RBMC..... 18
12. Outros Sistemas de Posicionamento Via Satélite..... 19
12.1 - Glonass..... 19
12.2 – Galilieo 19
12.3 – GNSS..... 19
13. Noções básicas de Cartografia..... 19
13.1 - Escala..... 19
13.2 – Forma da terra..... 24
13.3 – Sistemas de Coordenadas (Geográficas e UTM)..... 25
14. Unidades de Medidas..... 30
15. Considerações finais..... 32
16. Glossário Técnico..... 33
17. Referências Bibliográficas..... 34
18. Guia de utilização do GPS de navegação Garmin 12xl..... 36

APRESENTAÇÃO

Há alguns anos quando ingressei na vida acadêmica meu amigo e geógrafo, Mário Mélo me apresentou uma publicação que tratava de um assunto, até então completamente novo para mim: um "tal" de ***Global Positioning System* – GPS**.

Graças ao meu amigo Mário Melo, comecei não só a ler tudo (ou quase tudo!) sobre o "tal" GPS, como também passei a utilizá-lo e a desfrutar dos benefícios e desafios que essa tecnologia proporcionava. No começo foi bastante difícil, sobretudo, porque não havia material suficiente em português (não que o inglês fosse mais um obstáculo!) que pudesse ajudar no entendimento do "tal" GPS, mas com um pouco de esforço e muita ***paixão*** cheguei lá.

Hoje, passados alguns anos, muitas descobertas e aventuras, senti que era o momento de contribuir com aqueles que só agora estão descobrindo o GPS, mas que necessitem de material que trata do assunto, escrevendo esta modesta apostila. É bom lembrar que hoje existem bons artigos e livros que abordam o tema no idioma tupiniquim.

O conteúdo desta apostilha é uma compilação de diversas fontes de pesquisas baseadas na aquisição e leitura de livros, manuais de equipamentos, pesquisas na internet, participação em eventos do gênero e na prazerosa troca, quase que diária, de informações e experiências com outros usuários, principalmente através da internet, e também na experiência adquirida na utilização do dia-a-dia, dos cursos e treinamentos ministrados para os mais diversos tipos de usuários.

Minha intenção, amigo leitor, não é a de torná-lo um grande especialista em navegação ou em levantamentos de dados através de posicionamento por satélite, mas a de apresentá-lo e incentivá-lo a "navegar" pelas maravilhas do "tal" GPS, através de uma linguagem acessível sem a pretensão de desencorajá-lo a buscar outras fontes de leitura e pesquisa.

Grande abraço.

GUSTAVO M. BORGES
07º58'34.4" S
34º50'25.5" W
SAD-69

Gustavo Marques Borges, natural da cidade de Palmares – PE, é geógrafo formado pela Universidade Federal de Pernambuco. Apaixonado por natureza, por geografia e pelo nordeste brasileiro, estuda, pratica e ensina a utilização de GPS de navegação desde 1999.

1. O SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL.

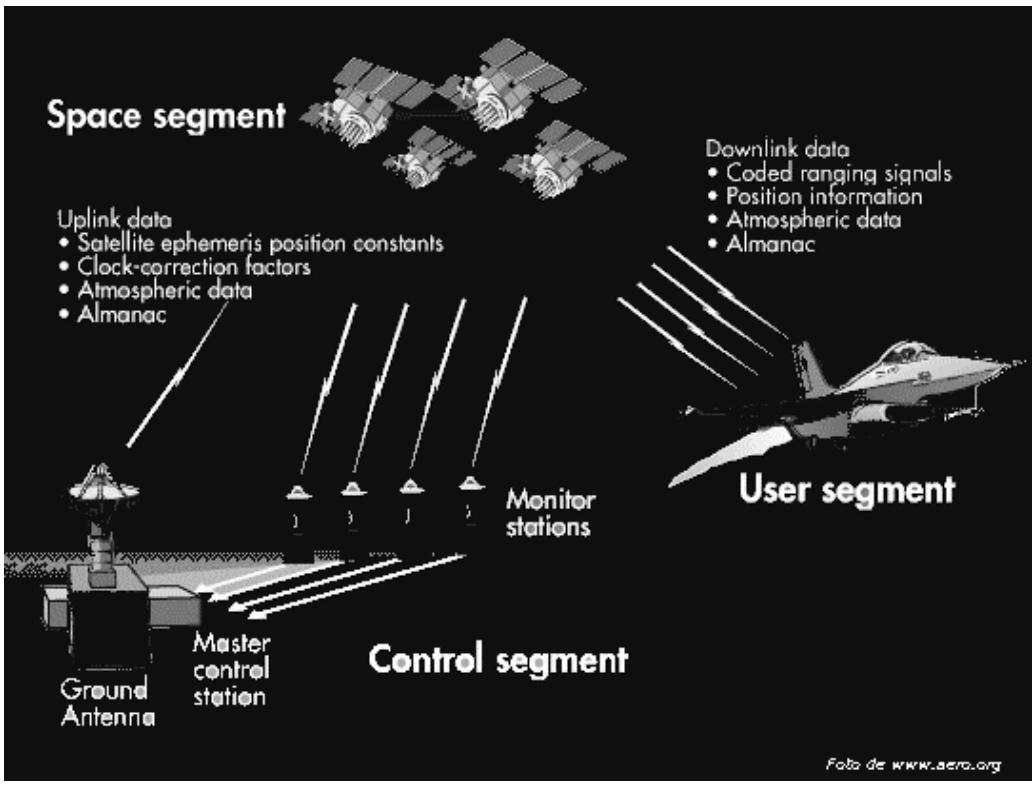
1.1 HISTÓRICO

O Sistema de Posicionamento Global (GPS) surgiu como um produto da guerra fria, no sentido de se obter, em tempo real a posição exata de alguma entidade do mundo real (veículo, embarcação e mesmo o homem). Em outubro de 1957 com o lançamento, pelos soviéticos, do satélite SPUTNIK I, começou a utilização de satélites para o posicionamento geodésico.

A partir de 1967 foi liberado para uso civil, o sistema denominado *Navy Navigation Satellite System* (NNSS) também chamado de *Transit*. Em 1973 iniciou-se o desenvolvimento do *Global Positioning System* (GPS), projetado pelo Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos da América (EUA) para oferecer a posição instantânea, bem como a velocidade e o horário de um ponto qualquer sobre a superfície terrestre ou bem próxima a ela num referencial tridimensional (LETHAM, 1996).

No ano de 1978 é lançado o primeiro satélite do sistema GPS, também conhecido por NAVSTAR (NAVigation Satellite with Time And Ranging).

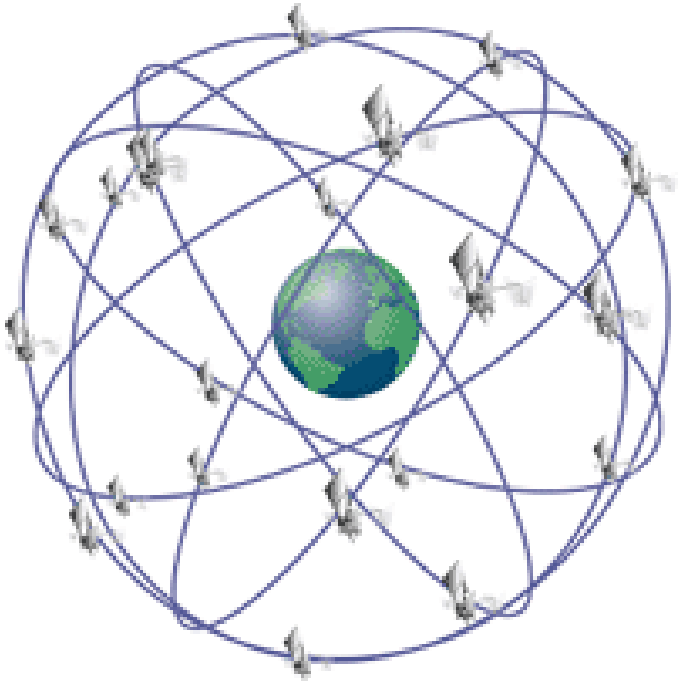
O Sistema de Posicionamento Global – é uma revolução na navegação. Ele é uma tecnologia que determina a localização do usuário em qualquer ponto do mundo, 24 horas por dia, em quaisquer condições de tempo. Projetado inicialmente para fins militares, logo o sistema tornou-se disponível para uso civil em aviação, levantamentos marítimos e para o mercado geral de recreação ao ar livre. Hoje em dia, milhões de pessoas utilizam a exatidão e a conveniência desta espantosa tecnologia para caçar, pescar, passear, voar e navegar.



Segmentos do Sistema de Posicionamento Global (GPS). Fonte: Dana, 1996.

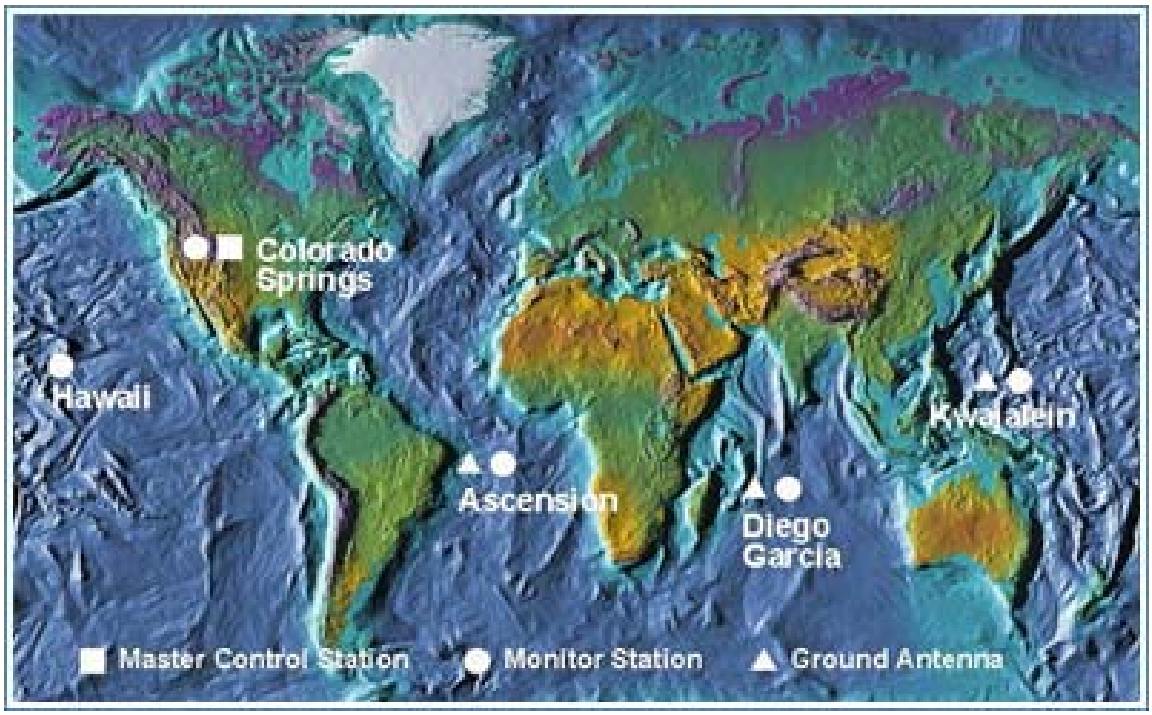
Para melhor entendimento o sistema GPS é dividido segmentos: Espacial, de Controle e de Usuário.

O **SEGMENTO ESPACIAL** é constituído por uma constelação de 24 satélites em órbita terrestre aproximadamente a 20200 km com um período de 12h siderais e distribuídos por seis planos orbitais. Estes planos estão separados entre si por cerca de 60º em longitude e têm inclinações próximas dos 55º em relação ao plano equatorial terrestre. Foi concebida por forma a que existam no mínimo 4 satélites visíveis acima do horizonte em qualquer ponto da superfície e em qualquer altura.



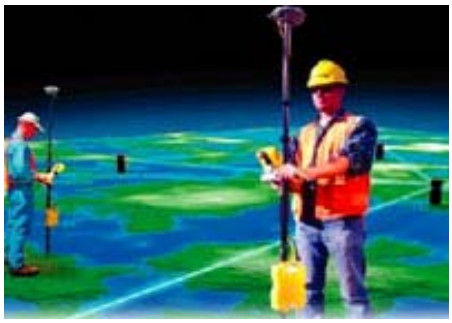
Constelação dos satélites GPS – SEGMENTO ESPACIAL

O **SEGMENTO DE CONTROLE** é constituído por 5 estações de rastreio distribuídas ao longo do globo e uma estação de controlo principal (MCS- *Master Control Station*). Esta componente rastreia os satélites, atualiza as suas posições orbitais e calibra e sincroniza os seus relógios. Outra função importante é determinar as órbitas de cada satélite e prever a sua trajetória nas 24h seguintes. Esta informação é enviada para cada satélite para depois ser transmitida por este, informando o receptor do local onde é possível encontrar o satélite.



ESTAÇÕES DE MONITORAMENTO GPS – SEGMENTO DE CONTROLE

SEGMENTO DO USUÁRIO inclui todos aqueles que usam um receptor GPS para receber e converter o sinal GPS em posição, velocidade e tempo. Inclui ainda todos elementos necessários neste processo como as antenas e *software* de processamento.



Segmento de usuários

2. PRINCÍPIO DE FUNCIONAMENTO

2.1 CARACTERÍSTICAS DO SINAL

Os satélites transmitem constantemente duas ondas portadoras, estas ondas estão na banda L (usada para rádio):

- A onda portadora L1 (Link one) é transmitida a 1575.42 MHz e contém dois códigos modulados. O código de aquisição livre (C/A) – *Coarse/Acquisition,* modulado a 1.023MHz e o código (P) – *Precise/Protected,* modulado a 10.23 MHz.
- A onda portadora L2 (Link two) é transmitida a 1227.60 MHz e contém apenas o código P.

As portadoras são moduladas com uma mensagem de navegação contendo informação necessária à determinação da posição do satélite.

Os fundamentos básicos do GPS baseiam-se na determinação da distância entre um ponto, o receptor, a outros de referência, os satélites. Sabendo a distância que nos separa de 3 pontos podemos determinar a nossa posição relativa a esses mesmos 3 pontos através da interseção de 3 circunferências cujos raios são as distancias medidas entre o receptor e os satélites. Na realidade são necessários no mínimo 4 satélites para determinar a nossa posição corretamente, mas deixemos isso para depois.

Como outros sistemas de rádio-navegação, todos os satélites enviam seus sinais de rádio exatamente ao mesmo tempo, permitindo ao receptor avaliar o lapso entre emissão/recepção. A potência de transmissão é de apenas 50 Watts. A hora-padrão GPS é passada para o receptor do usuário. Receptores GPS em qualquer parte do mundo mostrarão a mesma hora, minuto, segundo, até mili-segundo. A hora-padrão é altamente precisa, porque cada satélite tem um relógio atômico, com precisão de nano-segundo – mais preciso que a própria rotação da Terra.

Cada satélite transmite um sinal que é recebido pelo receptor, este por sua vez mede o tempo que os sinais demoram a chegar até ele. Multiplicando o tempo medido pela velocidade do sinal (a velocidade da luz), obtemos a distância receptor-satélite, (Distancia= Velocidade x Tempo).

A distância pode ser determinada através dos códigos modulados na onda enviada pelo satélite (códigos C/A e P), ou pela integração da fase de batimento da onda portadora.

Esses códigos são tão complicados que mais parecem ser um ruído pseudo-aleatório (PRN-*Pseudo-Random Noise*), mas de fato eles têm uma seqüência lógica. O receptor foi preparado de modo a que somente decifre esses códigos e mais nenhum, deste modo ele está imune a interferências geradas quer por fontes radio naturais quer por fontes radio intencionais, será esta uma das razões para a complexidade dos códigos.

Como o código P está intencionalmente reservado para os utilizadores autorizados pelo governo norte americano, (forças militares norte americanas e aliados) os utilizadores “civis” só podem determinar a distancia através da sintonia do código C/A.

2.2 A PRECISÃO DO SISTEMA GPS

O Departamento de Defesa dos E.U.A. disponibiliza dois tipos de serviços de posicionamento:

- Serviço de posicionamento padrão (SPS-*Standard Positioning Service*) está disponível para todos os usuários. Este serviço opera apenas em L1 e é usado na aquisição inicial dos sinais do satélite, através da sintonia do código C/A. Antigamente, quando estava afetado pelo SA permitia aos utilizadores obter precisões na ordem dos 100 metros. Atualmente disponibiliza uma precisão muito semelhante à dada pelo PPS, ou seja, na ordem dos 20 metros.
- Serviço de posicionamento preciso (PPS-*Precise Positioning Service*) está disponível apenas para utilizadores autorizados pelo governo dos E.U.A. Opera em L1 e L2 através do código P(Y), permite obter precisões de 22m e 27.7m para o posicionamento horizontal e vertical respectivamente (95%) e 100 ns na transferência de tempo para UTC (95%).

O termo geralmente utilizado para representar a precisão da medição GPS é **UERE (User Equivalente Range Error)**, que representa o efeito da combinação dos erros das efemérides, dos erros de propagação, dos erros do relógio e ruído do receptor.

2.3 A GEOMETRIA DOS SATÉLITES

O efeito da geometria dos satélites é expresso pelo fator de degradação da precisão (DOP- Dilution Of Precision), o qual pode ser interpretado como a razão entre a exatidão do posicionamento e a exatidão da medição:

$$DOP = \sigma / \sigma_{UERE}$$

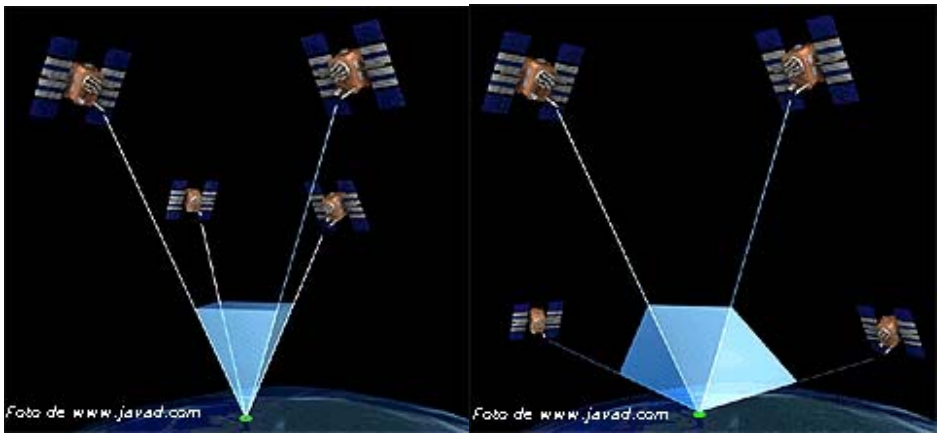
Se por exemplo observarmos 4 satélites muito próximos, um metro na medição da distância pode resultar em centenas de metro de erro na posição calculada. Mas se observarmos muitos satélites e estes se encontrarem espalhados pelo céu, talvez o erro na posição seja inferior a 1.5 metros por cada metro de erro na medição de um à distância.

Existem vários tipos de DOP, podem ser definidos consoante as coordenadas escolhidas.

Os DOP mais comuns são:

- GDOP - degradação da precisão da posição tridimensional e tempo (geometria)
- PDOP - degradação da precisão da posição tridimensional
- VDOP - degradação da precisão vertical
- HDOP – degradação da precisão horizontal

Para perceber melhor o efeito da geometria dos satélites na precisão do posicionamento imagine um tetraedro que é formado por linhas que ligam o receptor a cada satélite usado:



Quanto maior for o volume do tetraedro, menor (e melhor) será o GDOP. Um bom DOP terá valores menores que 5. Nunca deverá efectuar observações com DOPs superiores a 8. Geralmente quanto mais satélites observarmos, menor é o DOP.

3. AS FONTES DE ERRO DO GPS

O objectivo inicial do U.S.DoD era disponibilizar dois serviços com precisões diferenciadas. O SPS foi idealizado para proporcionar navegação em tempo real com uma exactidão muito inferior ao proporcionado pelo PPS, mas verificou-se que os receptores usando apenas o código C/A proporcionavam uma exactidão muito próxima

dos que usavam o código P. Como resultado o Departamento de Defesa implementou duas técnicas para limitar a precisão do sistema aos utilizadores autorizados:

- **Acesso Selectivo (SA - *Selective Availability*)** - Consiste na manipulação da mensagem de navegação de modo a degradar a informação inerente ao relógio do satélite e às efemérides radiodifundidas. O SA foi, entretanto removido em 1 de Maio de 2000.
- **Anti-Sabotagem (AS - *Anti-spoofing*)** - é semelhantes ao SA, no propósito de negar, aos civis e potências hostis, o acesso ao código P. Este sistema impede que os receptores GPS sejam enganados por falsos sinais encriptando o código P num sinal chamado código Y. Apenas os receptores militares conseguem desencriptar o código Y.

Além dos erros acima existem outros fatores que podem contribuir para a degradação da precisão esperada, tais como:

- **Trajetória Múltipla ou multiencaminhamento**: ocorre quando o sinal é refletido antes de alcançar o receptor GPS. O sinal refletido demora um pouco mais para alcançar o receptor que o sinal não refletido. Como a distância para cada satélite é calculada com base no tempo que o sinal leva para alcançar o receptor, a demora resulta em erro de posição. O erro pode ser minimizado pela escolha de um local para a instalação da antena menos exposto a sinais refletidos. Geralmente a antena deve ser montada em superfícies horizontais plana e grandes, distantes de estruturas verticais como cabines, mastros, etc.

Erro do GPS - multiencaminhamento

- **Número de Satélites Visíveis**. Para efetuar as correções nos sinais dos satélites recebidos pela antena da estação transmissora, os mesmos satélites, pelo menos em parte, devem estar sendo recebidos pelo GPS.
- **Condições Atmosféricas**. Diferenças na ionosfera e/ou troposfera entre a estação DGPS e o receptor DGPS pode resultar em precisão deteriorada. Embora não causem erro significativo, o erro pode aumentar com a distância à Estação DGPS.
- **Geometria dos Satélites**. Um mínimo de quatro satélites é necessário para determinar uma posição 3D. Às vezes, satélites adicionais são necessários devido à localização relativa entre si. A localização relativa é chamada "Geometria dos Satélites". A geometria é ideal quando os satélites estão localizados em grandes ângulos em relação uns aos outros. Quando em linha

ou agrupados, a geometria é considerada pobre. Ocorre o mesmo para o DGPS.

4. MÉTODOS DE POSICIONAMENTO GPS

Independentemente do estado do objeto, podem-se ter posicionamentos absoluto e relativo, e combinações com a presença ou ausência de movimento.

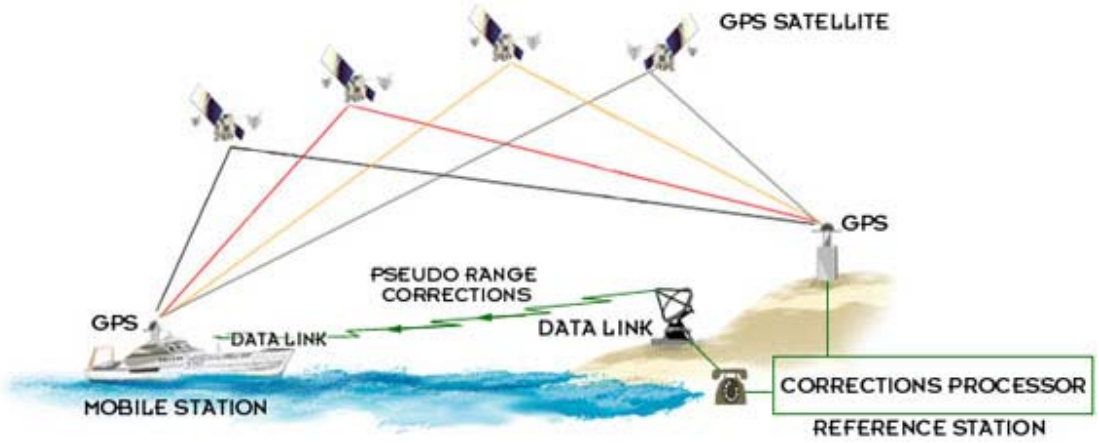
Posicionamento é definido como sendo a posição de objetos com relação a um referencial específico. O método de posicionamento pode ser classificado como absoluto, quando as coordenadas de um objeto estão associadas diretamente ao geocentro, e relativo, quando as coordenadas são determinadas em relação a um referencial materializado por um ou mais vértices com coordenadas conhecidas. Um complemento a esta classificação refere-se ao deslocamento de um objeto, quando o posicionamento torna-se cinemático e oposição ao objeto em repouso e, desse modo, com posicionamento estático. O mesmo pode-se dizer com respeito ao posicionamento relativo e DGPS.

4.1 O MÉTODO DIFERENCIAL GPS - DGPS

Se soubermos a localização de um receptor, podemos comparar os valores obtidos com os valores teóricos e deste modo calcular correções às medições as quais podem ser usadas para corrigir as medições dos outros receptores que estão em pontos desconhecidos.

O receptor na posição conhecida é chamado receptor base ou de referência, o receptor ou receptores que estão em posições desconhecidas são chamados “rover”. O receptor de referência calcula as medições para cada satélite, baseando-se na sua posição que é conhecida e na localização instantânea de cada satélite. Depois compara os valores calculados com as medições reais. A diferença entre esses valores dá-nos a correção para cada satélite, a qual vai ser transmitida ao outro receptor. O rover pode então calcular a sua posição com muito melhor precisão.

O DGPS é baseado na medição da distância receptor-satélite através da observação do código. Se as correções forem transmitidas desde o receptor de referência para o(s) Rover(s) em tempo real (normalmente via rádio), então o sistema é geralmente designado por DGPS ou DGPS em tempo Real.



Esquema do posicionamento Diferencial GPS (DGPS).

Se não necessitamos de trabalhar em tempo real as medições da base e do rover são gravadas e mais tarde transferidas para um computador para depois ser efetuado o cálculo. Esta técnica é usualmente designada por DGPS em pós-processamento.

Nestes métodos de posicionamento baseados na observação do código os resultados são instantâneos, mas não são precisos.

RTK - Real-Time Kinematic

O RTK é baseado na medição da distância receptor-satélite através da fase da onda portadora. A maior dificuldade desta técnica é o desconhecimento do numero de ciclos completos decorridos desde que o sinal deixou o satélite até ao instante de sintonia (ambigüidade de ciclo). Temos então que esperar alguns minutos até que o receptor consiga resolver a ambigüidade de ciclo de cada par receptor-satélite.

Depois do receptor resolver as ambigüidades corretamente, a precisão da cada posição calculada situa-se entre 0.5 cm a 2 cm na horizontal e de 1 a 3 cm na vertical + 1 ppm para um receptor de dupla freqüência e + 2 ppm para um receptor de uma freqüência.

4.2 ESTÁTICO

É o método de posicionamento que permite obter maior precisão. É geralmente utilizado para medição de bases longas, redes geodésicas, tectônica de placas etc. Neste método os receptores permanecem fixos durante um certo período de tempo (nunca menos de 1 hora para bases cujo comprimento ronde os 20 km).

4.3 RÁPIDO-ESTÁTICO

Usado para estabelecer redes locais de controle, adensamento de redes etc. Corresponde a uma sessão estática de curta duração (de 5 a 20 minutos). É Bastante preciso em bases de comprimento até 20 km, e muito mais rápido que o posicionamento estático. O principal problema deste método de posicionamento reside na resolução das ambigüidades. Estas são resolvidas através da técnica "*On The Fly*"

4.4 CINEMÁTICO

Usado medição de vários pontos sucessivamente. É um método bastante eficaz de medir vários pontos próximos entre si. O receptor não fica em modo estático em qualquer período da sessão. Contudo, no caso de existirem elementos que obstruam a trajetória do sinal (pontes, árvores, edifícios altos etc.) e menos de 4 satélites visíveis, é necessária uma reinicialização que pode demorar 5-10 minutos.

4.5 PSEUDO-CINEMÁTICO

Idêntico ao rápido-estático, mas requerendo um segundo estacionamento em cada ponto, após um intervalo de tempo que permita uma geometria de observação diferente. Serve este procedimento para tornar possível a ligação da fase entre as duas sessões, equivalendo a um posicionamento estático, mas com uma grande lacuna de observações. O operador pode aproveitar o tempo entre a primeira e a segunda sessão para estacionar nos restantes pontos, o que torna este método bastante eficaz ao nível de tempo e consequentemente a nível econômico.

4.6 PÁRA-AVANÇA (*stop and go*)

Este método de posicionamento consiste em transportar um receptor a todos os pontos a observar, efetuando breves paragens (alguns segundos), nas posições de maior interesse. Uma época, em principio, permite determinar as coordenadas de cada

estação. Uma vez que o requisito básico deste método é que as ambigüidades sejam determinadas antes de se iniciar o posicionamento, o receptor deve ser transportado cuidadosamente por forma a não obstruir o sinal.

5. RECEPTORES GPS

ASPECTOS TÉCNICOS DE UM RECEPTOR GPS

5.1 RASTREAMENTO DOS SATÉLITES

Um receptor rastreia um satélite pela recepção de seu sinal. Sinais de apenas quatro satélites são necessários para obtenção de uma posição fixa tridimensional, mas é desejável um receptor que rastreie mais de quatro satélites simultaneamente. Um receptor não é melhor que outro por rastrear mais satélites. Rastrear satélites significa conhecer suas posições. Não significa que o sinal daquele satélite está sendo usado no cálculo da posição. Muitos receptores calculam a posição com quatro satélites e usam os sinais do quinto para verificar se o cálculo está correto.

5.2 CANAIS.

Os canais de um receptor são considerados as unidades eletrônicas primordiais, sendo divididos em multicanais (canais dedicados), seqüenciais e multiplexados. Nos receptores multicanais cada canal rastreia continuamente um dos satélites visíveis, sendo no mínimo necessários quatro canais para se obter posição e correção do relógio em tempo real. Os receptores seqüenciais alternam os canais entre os satélites visíveis dentro de intervalos regulares, normalmente não coincidentes com a transmissão dos dados. Isso faz com que a mensagem do satélite só seja recebida completamente depois de várias seqüências. Nos canais multiplexados, seqüências são efetuadas entre os satélites numa velocidade muito alta, permitindo que as mensagens do satélite sejam obtidas quase que simultaneamente e transmitidas para o microprocessador.

5.3 ANTENAS

A antena detecta as ondas eletromagnéticas emitidas pelos satélites, converte a energia da onda em corrente elétrica, amplifica o sinal e o envia para a parte eletrônica do receptor.

Existem vários tipos de antenas no mercado de acordo com a necessidade do usuário, entre estas podem ser citadas: *Monopole ou Dipole, Hilex, Spiral Hilex, Microstrip e Choke ring*. O modelo de antena mais apropriada para GPS de navegação é a m*icrostrip*. Para levantamentos geodésicos, a antena utilizada deve permitir a recepção de duas ondas portadoras (L1 e L2) e garantir alta estabilidade entre o centro de fase e o seu centro geométrico, além de ter uma proteção contra multicaminhamento, isto é, sinais refletidos. O modelo de antena mais adequado para a precisão geodésica é o *Choke ring*.

Microstrip Choke ring

Tipos de antenas externas para receptores GPS.

5.4 ENTRADA DE DADOS

Receptores GPS são projetados para serem compactos, não possuindo teclado alfa-numérico. Todos os dados são digitados uma letra ou número ou símbolo por vez. Se você quer usar o receptor associado a outro equipamento, opte por um com essa capacidade. Embora a maioria dos receptores possa enviar dados para equipamentos periféricos, nem todos podem receber dados.

5.5 TIPOS DE RECEPTORES GPS

Existem diversos tipos de equipamentos GPS. Os aparelhos aqui descritos são descritos com as precisões fornecidas pelos fabricantes. No entanto, alguns vendedores querendo vender seu produto superestimam a capacidade de seus produtos, portanto, cabe ao consumidor ficar atento e escolher um equipamento adequado as suas necessidades.

Descreveremos os seguintes tipos de equipamentos: NAVEGAÇÃO, DGPS, CADASTRAIS, TOPOGRÁFICOS, GEODÉSICOS e HÍBRIDOS.

NAVEGAÇÃO

Os equipamentos de navegação são aqueles que fornecem o posicionamento em tempo real, baseado no código C/A ou P. A precisão (SPS – código C/A) destes equipamentos é da ordem de 5 a 15 metros, com o SA desligado e precisão PPS (código P) da ordem de 3 a 10 metros. Lembre-se: o código P é restrito ao uso das forças militares norte americano.

DGPS – GPS DIFERENCIAL

São semelhantes aos de navegação, diferindo-se por possuírem um link de rádio, utilizado para receber as correções diferenciais provenientes de uma estação base. Através dessas correções em tempo real é possível eliminar o maior erro do GPS que é SA, obtendo-se precisões da ordem de 1 a 3 metros.

CADASTRAIS

São aparelhos que trabalham com o código C/A (aparelhos de SIG) e os que trabalham com a fase da portadora L1 (o código C/A é modulado sobre ela), através da resolução da ambigüidade de cada satélite.

A grande diferença deste equipamento é a sua capacidade de aquisição e armazenamento de dados alfanuméricos associados às feições espaciais levantadas (ponto, linha e área). Dependendo do tipo de aparelho utilizado a precisão pode chegar a ca. de 10 cm e 1m.

São utilizados para levantamentos cadastrais de escala 1:50.000 ou menor.

O pós-processamento é realizado em gabinete utilizando-se um software específico.

TOPOGRÁFICOS

São aparelhos semelhantes aos cadastrais. Possuem uma precisão da ordem de 1cm, sendo por considerados cadastrais e, são utilizados para levantamentos topográficos que permitem aquisição de dados para escalas de 1:2000 ou menor.

O pós-processamento é realizado em gabinete utilizando-se um software específico.

GEODÉSICOS

São aparelhos de dupla freqüência (sofrem menos interferência da ionosfera), recebendo a freqüência L1 (e código C/A) e a freqüência L2 (código C/A ou P).

São indicados para trabalhos geodésicos como transportes de coordenadas e controle de redes. Se utilizados para trabalhos topográficos conseguem produtos de escala 1:1000, ou melhor,

O pós-processamento é realizado em gabinete utilizando-se um software específico.

6. APLICAÇÕES DIVERSAS

Embora o GPS tenha sido desenvolvido para ir ao encontro das necessidades militares, logo foram desenvolvidas técnicas capazes de tornar útil para a comunidade civil. Além de sua aplicação óbvia na aviação geral e comercial e na navegação marítima, qualquer pessoa que queira saber sua posição, encontrar seu caminho para determinado local (ou de volta ao ponto de partida), conhecer a velocidade e direção de seu deslocamento pode se beneficiar com o sistema.

Hoje em dia o sistema GPS vem sendo empregado em diversas áreas pela comunidade civil, tais como:

6.1. APLICADO Á AGRICULTURA: Com a popularização do GPS, um novo conceito surgiu na agricultura: a agricultura de precisão. Uma máquina agrícola dotada de receptor GPS armazena dados relativos à produtividade em um cartão magnético que, tratados por programa específico, produz um mapa de produtividade da lavoura. As informações permitem também otimizar a aplicação de corretivos e fertilizantes. Lavouras americanas e européias já utilizam o processo que tem enorme potencial em nosso país.

6.2. APLICADO EM ESPORTES DE AVENTURA: O GPS também já é indispensável não só nos grandes rallys como o Paris-Dakar, o dos Sertões e entre os ciclistas, balonistas, pescadores, ecoturistas ou por leigos que queiram apenas planejar e se orientar durante suas viagens.

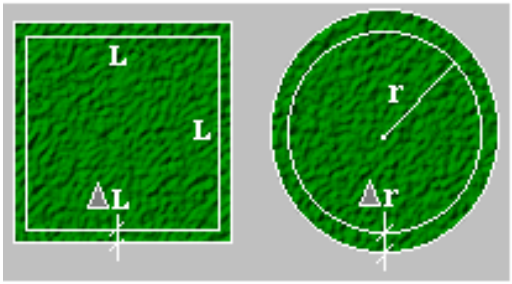
6.3. APLICADO A PROTECÇÃO CIVIL: Alguns serviços de proteção civil já estão também a utilizar GPS. Uma esquadra de uma equipa de salvamento Norte Americana utiliza desde 1992 um receptor Trimble Transpak em ambulâncias com o objetivo de guiar os helicópteros de serviços médicos até elas muito mais rapidamente e em situações onde a visibilidade é reduzida.

6.4 REALIZANDO CÁLCULO DE ÁREA COM GPS DE NAVEGAÇÃO (texto extraído do ajuda on-line do software GPS TRACKMAKER, por Odilon Ferreira Jr.)

Alguns receptores GPS permitem que o usuário calcule uma determinada área instantaneamente. Mas para realizar esse tipo de operação com um GPS de navegação é necessário ter alguns cuidados.

A tecnologia atual permite uma precisão de 5 a 15 metros nos pequenos GPS de mão. Entretanto estão surgindo novas tecnologias capazes de reduzir o erro horizontal para valores de 1a 3 metros. Os trabalhos topográficos com o GPS de mão devem ser realizados com cautela tendo em vista que o erro ainda é significativo para pequenas áreas.

A título ilustrativo, são mostradas abaixo duas tabelas indicando o percentual de erro obtido no cálculo de área de um quadrado e de uma circunferência se admitirmos um erro de 5 metros para fora do desenho. Na prática este erro é aleatório podendo estar em qualquer direção.



Área quadrada com erro médio de 5 metros

1 ha	**10%**
25 ha	2%
100 ha	1%
2500 ha	0,20%
10000 ha	0,10%
40000 ha	0

Área circular com erro médio de 5 metros

3,14 ha	10%
28,0 ha	5%
78,0 ha	2%
314 ha	1%
7800 ha	0,20%
31400 ha	0,10%

As tabelas acima mostram que quanto maior a área medida com o GPS de mão, menor será o percentual de erro. Portanto, o Usuário deve verificar em cada caso, se o GPS de mão poderá ser útil na determinação da área. Para trabalhos que exijam precisão, o melhor mesmo é utilizar o GPS de mão apenas como instrumento auxiliar.

7. PROCEDIMENTOS PARA MINIMIZAR O ERRO NA COLETA DE DADOS:

Sempre que possível verifique se a região medida com o GPS de mão é servida por sinais que melhoram a precisão, como por exemplo, sinais **WAAS** (*Wide Area Augmentation System*- Sistema de Área Ampliada*)* ou sinais **DGPS**. No caso do DGPS, um receptor externo será necessário.

Quanto maior a área, melhor será a precisão da medida com o GPS de mão. Para áreas inferiores a cinco (5) hectares (50000 m²), os erros podem ser consideráveis.

Procure fazer as marcações do terreno com Waypoints. Não confie nas Trilhas registradas pelo GPS que nem sempre possuem um registro seguro da posição correta de cada vértice da área.

No momento da coleta, certifique-se que há, no mínimo, sinal de 5 satélites. Verifique também o valor do EPE. Se estiver abaixo de 10 metros, você terá uma boa coleta.

Se o seu GPS não registra nos Waypoints ou nas Trilhas as altitudes, lembre-se de anotar a altitude local que será útil no cálculo da área topográfica.

Sempre que possível, nos relatórios, coloque antes dos valores calculados a partir do GPS de mão a palavra “aproximadamente”.

8. A INTEGRAÇÃO GPS/SIG

Uma outra grande vantagem do sistema GPS é a sua capacidade de integração com outros sistemas, ressaltando sua relação com o Sistema de Informação Geográfica (SIG), capaz de produzir mapas digitais em tempo real com alta precisão. A interface entre os dois sistemas permite uma maior velocidade na obtenção e tratamento dos dados georreferenciados.

O GPS é o ponto chave da junção destes dois sistemas, pois permite inicialmente a aquisição dos dados, os quais constituirão a base geométrica para a análise espacial pelos SIGs. Desse modo pode-se alcançar grande velocidade e precisão na coleta de dados, conduzindo a uma significativa melhoria nos mapeamentos geológicos, geodésicos e ambientais.

No entanto deve-se ter muito cuidado, no que se refere à questão de fornecer adequadamente os dados para o Sistema de Informação Geográfica (SIG) com o produto de levantamentos GPS. As coordenadas obtidas pelo rastreamento de satélites do GPS referem-se a um datum geocêntrico internamente consistente, o “World Geodetic System/1984” (WGS-84), enquanto os SIG’s operam sobre coordenadas de cartas, normalmente referidas a um datum continental, nacional ou local.

Embora ambas tecnologias, e em especial o GPS, possam ser consideradas consolidadas em termos tecnológicos, a perspectiva futura é a de que o problema de compatibilização entre elas persista, já que o levantamento por satélites deve permanecer dominando o cenário de apoio à cartografia. Isto, por si só, confere grande importância à questão da transformação entre os sistemas de levantamentos por GPS e por carta para mapeamentos.

A exportação de dados coletados por GPS pode ser realizada de forma direta, através dos formatos de dados espaciais (DXF, SHP, DGN) e dos formatos de atributos (DBF, Access), utilizando-se softwares específicos, como o **Ezsurv** (*GPS topográficos e geodésicos*) e **GPS TrackMaker** (grátis na internet) e o **Garmin Map Source** (*GPS de navegação*).

9. VANTAGENS DO GPS

- A gratuidade do sistema;
- Levantamentos com o GPS não implicam em aumento da (s) equipe (s) de campo;
- A qualificação dos usuários não exige conhecimentos específicos, como nos casos das técnicas convencionais;
- A interferência do operador é minimizada, sendo a quase totalidade das informações obtidas e armazenadas eletronicamente;
- Implantação de pontos de apoio e de georreferenciamento para fotogrametria e o sensoriamento remoto;

10. LIMITAÇÕES DO GPS

- Susceptibilidade ás interrupções nos sinais transmitidos pelos satélites, sobretudo em áreas próximas a edificações muito altas ou de densa cobertura arbórea.
- O sistema pode ser desligado a qualquer momento pelo Departamento de defesa dos EUA;

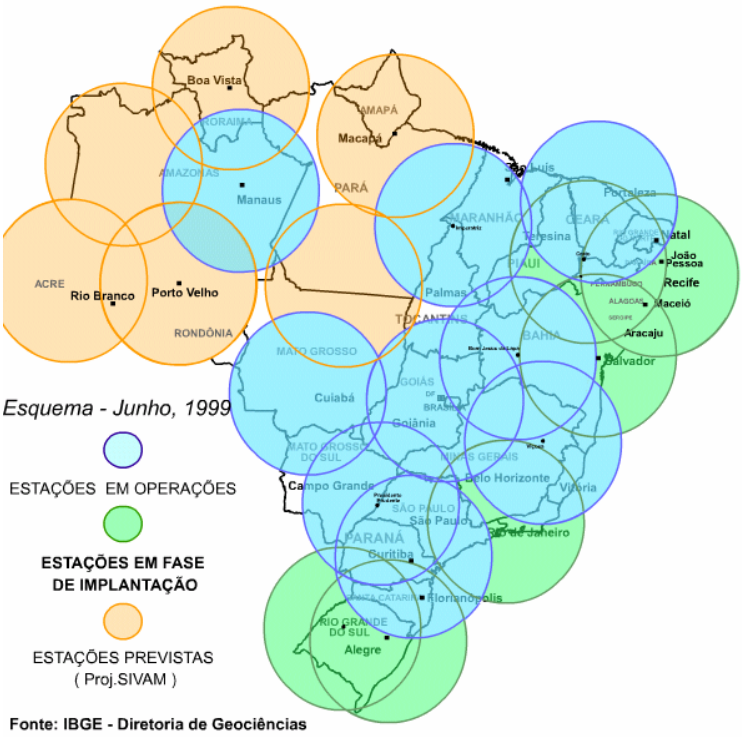
11. A REDE BRASILEIRA DE MONITORMENTO CONTÍNUO

O IBGE em cooperação com outras instituições latino-americanas e internacionais, sob o patrocínio do IAG (*International Association of Geodesy*), criou em 1993 o projeto de Referência Geocêntrico para a América do Sul denominado de SIRGAS, com o principal objetivo de estabelecer um sistema de referência para a América do Sul.

O Brasil tem participado ativamente para o estabelecimento de redes de GPS de alta precisão no continente associados à criação de um banco de dados e centros de processamento.

O estabelecimento das Redes de Monitoramento Contínuo do Sistema GPS (RBCM), foi um passo de grande importância para a geodésia a nível nacional. Esta rede é composta atualmente por treze estações, sendo nove delas coincidentes com as estações SIRGAS (Cuiabá, Manaus, Imperatriz, Fortaleza, Brasília, Bom Jesus da Lapa,Viçosa, Presidente Prudente e Curitiba), fornecendo assim todas as informações necessárias para a integração do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB) aos sistemas de referências terrestres internacionais que serão adotados no Brasil.

A Rede Brasileira de Monitoramento Contínuo.



12. OUTROS SISTEMAS DE POSICIONAMENTO

12.1 GLONASS

Sistema de navegação Russo - Contra parte ao NAVSTAR. GLObal NAvigation Satellite System, oferece posicionamento tri-dimensional, medição de velocidade e tempo em qualquer parte da Terra ou na atmosfera terrestre. Uso no gerenciamento do tráfego aéreo e naval (segurança), monitoramento no transporte terrestre, auxílio à cartografia e geodésia, monitoramento ecológico, orienta operações de procura e resgate.

Tecnologicamente existem poucos receptores no mercado habilitados a receber os seus sinais.

12.2 GALILEO

Sistema de posicionamento que está sendo desenvolvido pela União Europeu, previsto para entrar em operação no ano de 2008.

O Galileo surgiu da necessidade das nações do mundo se livrarem da dependência do sistema GPS controlado pelo governo norte americano.

12.3 GNSS

O GNSS (Global Navigation Satellite system) surgiu da idéia de combinar o GPS e o **GLONASS** (GLObal Navigation Satelite System – O sistema Russo equivalente ao GPS). Esta combinação de sistemas vem trazer vantagens substanciais não só pelo maior nº de satélites disponíveis como também pelo fato do GLONASS não estar sujeito a encriptação do código P (AS).

13. NOÇÕES BÁSICAS DE CARTOGRAFIA

13.1. ESCALA

Uma carta ou mapa é a representação convencional ou digital da configuração da superfície topográfica.

Esta representação consiste em projetarmos esta superfície, com os detalhes nela existentes, sobre um plano horizontal ou em arquivos digitais.

Os detalhes representados podem ser:

- Naturais: São os elementos existentes na natureza como os rios, mares, lagos, montanhas, serras, etc.
- Artificiais: São os elementos criados pelo homem como: represas, estradas, pontes, edificações, etc.

Uma carta ou mapa, dependendo dos seus objetivos, só estará completa se trouxer esses elementos devidamente representados.

Esta representação gera dois problemas:

1º) A necessidade de reduzir as proporções dos acidentes a representar, a fim de tornar possível a representação dos mesmos em um espaço limitado.

Essa proporção é chamada de ESCALA

2º) Determinados acidentes, dependendo da escala, não permitem uma redução acentuada, pois se tornariam imperceptíveis, no entanto são acidentes que por usa importância devem ser representados nos documentos cartográficos.

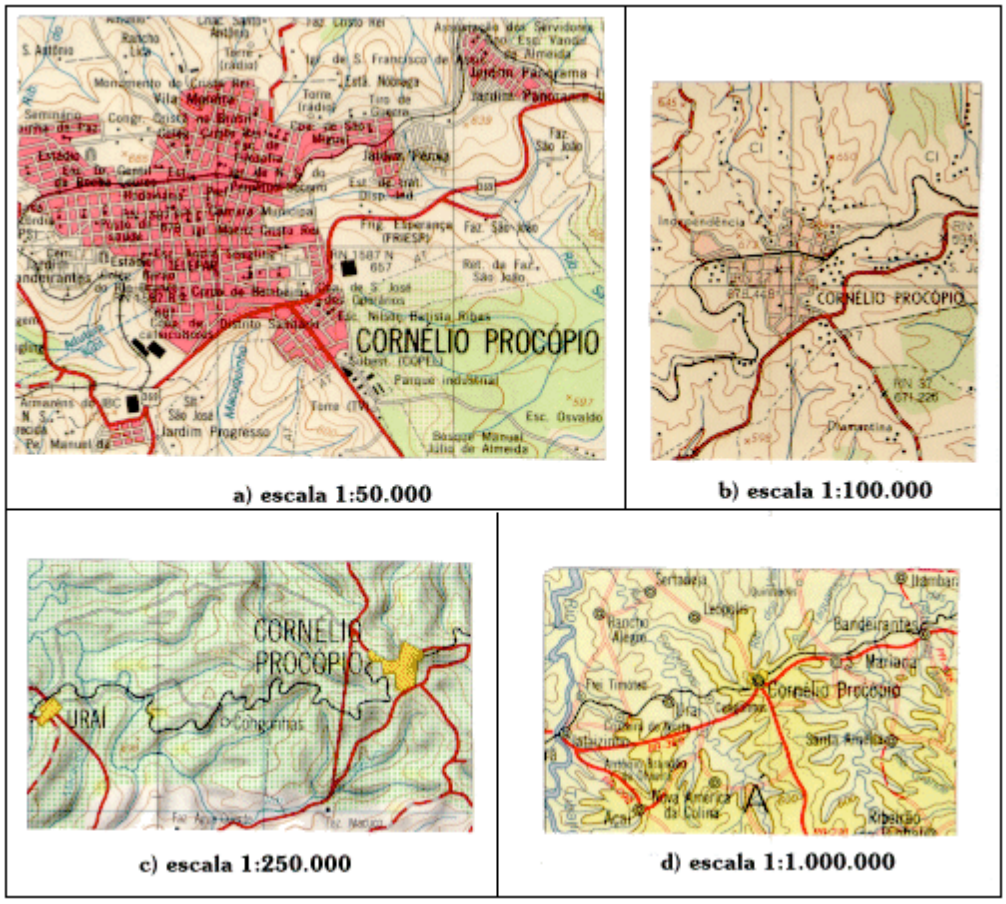
A solução é a utilização de símbolos cartográficos.

DEFINIÇÃO

Escala é a relação entre a medida de um objeto ou lugar representado no papel e sua medida real.

Duas figuras semelhantes têm ângulos iguais dois a dois e lados homólogos proporcionais.

Verifica-se, portanto, que será sempre possível, através do desenho geométrico obter-se figuras semelhantes às do terreno.



a) escala 1:50.000

b) escala 1:100.000

c) escala 1:250.000

d) escala 1:1.000.000

Sejam:

D = um comprimento tomado no terreno, que se denominará distância real natural.

d = um comprimento homólogo no desenho, denominado distância prática.

Como as linhas do terreno e as do desenho são homólogas, o desenho que representa o terreno é uma Figura semelhante a dele, logo, a razão ou relação de semelhança é a seguinte:

$$\frac{d}{D}$$

A esta relação denomina-se ESCALA.

Assim:

Escala é definida como a relação existente entre as dimensões das linhas de um desenho e as suas homólogas.

A relação **d/D** pode ser maior, igual ou menor que a unidade, dando lugar à classificação das escalas quanto a sua natureza, em três categorias:

- Na 1ª, ter-se-á **d > D**

- Na 2ª, ter-se-á **d = D**

- Na 3ª categoria, que é a usada em Cartografia, a distância gráfica é menor que a real, ou seja, **d < D**.

É a escala de projeção menor, empregada para reduções, em que as dimensões no desenho são menores que as naturais ou do modelo.

ESCALA NUMÉRICA

Indica a relação entre os comprimentos de uma linha na carta e o correspondente comprimento no terreno, em forma de fração com a unidade para numerador.

$$E = \frac{1}{N} \qquad \text{onde} \qquad N = \frac{D}{d}$$

$$\text{Logo,} \quad E = \frac{1}{\frac{D}{d}} \quad \Rightarrow \quad \boxed{E = \frac{d}{D}}$$

Sendo:
E = escala
N = denominador da escala
d = distância medida na carta
D = distância real (no terreno)

As escalas mais comuns têm para numerador a unidade e para denominador, um múltiplo de 10.

$$E = \frac{1}{10\ X}$$

Ex: $E = \frac{1}{25.000}$ ou $E = 1:25.000$

Isto significa que 1cm na carta corresponde a 25.000 cm ou 250 m, no terreno.

OBS: Uma escala é tanto maior quanto menor for o denominador.

Ex: 1:50.000 é maior que 1:100.000

PRECISÃO GRÁFICA

É a menor grandeza medida no terreno, capaz de ser representada em desenho na mencionada Escala.

A experiência demonstrou que o menor comprimento gráfico que se pode representar em um desenho é de 1/5 de milímetro ou 0,2 mm, sendo este o erro admissível.

Fixado esse limite prático, pode-se determinar o erro tolerável nas medições cujo desenho deve ser feito em determinada escala. O erro de medição permitido será calculado da seguinte forma:

Seja: $E = \frac{1}{M}$ $\boxed{e_{\text{m}} = 0{,}0002 \text{ metro x } M}$

Sendo e_{m} = erro tolerável em metros

O erro tolerável, portanto, varia na razão direta do denominador da escala e inversa da escala, ou seja, quanto menor for a escala, maior será o erro admissível.

Os acidentes cujas dimensões forem menores que os valores dos erros de tolerância, não serão representados graficamente. Em muitos casos é necessário utilizar-se convenções cartográficas, cujos símbolos irão ocupar no desenho, dimensões independentes da escala.

ESCOLHA DE ESCALAS

Da fórmula: $\boxed{e_{\text{m}} = 0{,}0002 \text{ m x } M}$ tira-se: $\boxed{M = \frac{e_{\text{m}}}{0{,}0002}}$

Considerando uma região da superfície da Terra que se queira mapear e que possua muitos acidentes de 10m de extensão, a menor escala que se deve adotar para que esses acidentes tenham representação será:

$$M = \frac{10m}{0{,}0002\,m} = \frac{100.000}{2} = 50.000$$

A escala adotada deverá ser igual ou maior que l:50.000

Na escala 1:50.000, o erro prático (0,2 mm ou 1/5 mm) corresponde a 10 m no terreno. Verifica-se então que multiplicando 10 x 5.000 encontrar-se-á 50.000, ou seja, o denominador da escala mínima para que os acidentes com 10m de extensão possam ser representadas.

ESCALA GRÁFICA

É a representação gráfica de várias distâncias do terreno sobre uma linha reta graduada.

É constituída de um segmento à direita da referência zero, conhecida como escala primária.

Consiste também de um segmento à esquerda da origem denominada de Talão ou escala de fracionamento, que é dividido em sub-múltiplos da unidade escolhida graduadas da direita para a esquerda.

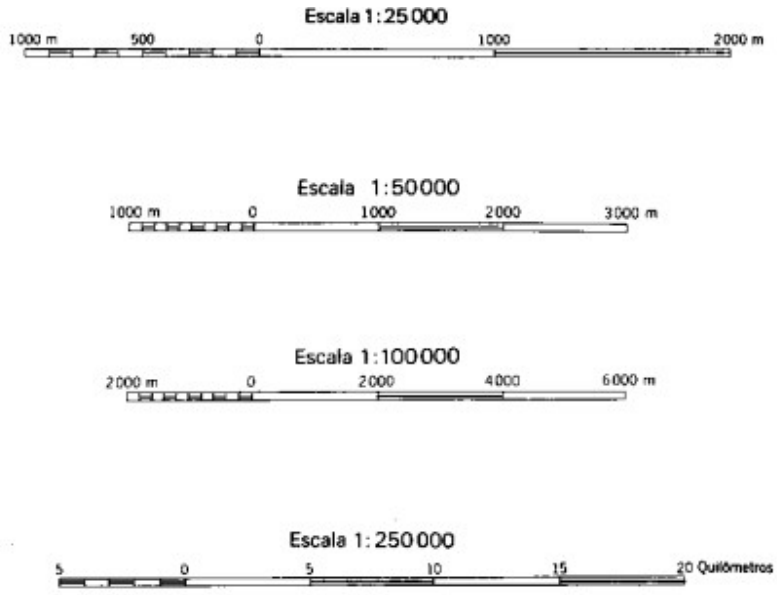
A Escala Gráfica nos permite realizar as transformações de dimensões gráficas em dimensões reais sem efetuarmos cálculos. Para sua construção, entretanto, torna-se necessário o emprego da escala numérica.

O seu emprego consiste nas seguintes operações:

1º) Tomamos na carta a distância que pretendemos medir (pode-se usar um compasso).

2º) Transportamos essa distância para a Escala Gráfica.

3º) Lemos o resultado obtido.



13.2 FORMA DA TERRA - DATUM

A forma de nosso planeta (formato e suas dimensões) é um tema que vem sendo pesquisado ao longo dos anos em várias partes do mundo. Muitas foram às interpretações e conceitos desenvolvidos para definir qual seria a forma da Terra. Pitágoras em 528 a.C. introduziu o conceito de forma esférica para o planeta, e a partir daí sucessivas teorias foram desenvolvidas até alcançarmos o conceito que é hoje bem aceito no meio científico internacional.

A superfície terrestre sofre freqüentes alterações devido à natureza (movimentos tectônicos, condições climáticas, erosão, etc.) e à ação do homem, portanto, não serve para definir forma sistemática da Terra.

A fim de simplificar o cálculo de coordenadas da superfície terrestre foram adotadas algumas superfícies matemáticas simples. Uma primeira aproximação é a esfera achatada nos pólos.

Segundo o conceito introduzido pelo matemático alemão CARL FRIEDRICH GAUSS (1777-1855), a forma do planeta, é o GEÓIDE que corresponde à superfície do nível médio do mar homogêneo (ausência de correntezas, ventos, variação de densidade da água, etc.) supostamente prolongado por sob continentes. Essa superfície se deve, principalmente, às forças de atração (gravidade) e força centrífuga (rotação da Terra).

É preciso buscar um modelo mais simples para representar o nosso planeta. Para contornar o problema que acabamos de abordar lançou-se mão de uma Figura geométrica chamada ELIPSE que ao girar em torno do seu eixo menor forma um volume, o ELIPSÓIDE DE REVOLUÇÃO, achatado nos pólos Assim, o elipsóide é a superfície de referência utilizada nos cálculos que fornecem subsídios para a elaboração de uma representação cartográfica.

A forma e tamanho de um elipsóide, bem como sua posição relativa ao geóide define um sistema geodésico (também designado por datum geodésico). No caso brasileiro o Sistema Geodésico ou DATUM utilizado é O Sul Americano - SAD 69, que utiliza o elipsóide de referência 1967 (Chuá).

O GPS tem seu próprio DATUM chamado WGS 84 – World Geodetic System 1984. Todos os receptores podem usá-lo como referência.

Quando se estiver trabalhando com um gps associado a uma carta topográfica obtém-se maior precisão quando o receptor é configurado com o mesmo datum da Carta Geográfica disponível. A opção Córrego Alegre, utilizada como referência nas cartas do IBGE, consta da lista dos DATA opcionais para configuração do GPS.

13.3 SISTEMAS DE COORDENADAS

CONSTRUÇÃO DO SISTEMA DE COORDENADAS

Os sistemas de coordenadas são necessários para expressar a posição de pontos sobre uma superfície, seja ela um elipsóide, esfera ou um plano. É com base em determinados sistemas de coordenadas que descrevemos geometricamente a superfície terrestre nos levantamentos referidos no capítulo I. Para o elipsóide, ou esfera, usualmente empregamos um sistema de coordenadas cartesiano e curvilíneo (PARALELOS e MERIDIANOS). Para o plano, um sistema de coordenadas cartesianas X e Y é usualmente aplicável.

Sistemas de Coordenadas

Um objeto geográfico qualquer (como uma cidade, a foz de um rio, o pico de uma montanha etc.), somente poderá ser localizado se pudermos, ou descrevê-lo em relação a outro(s) objeto(s) cuja posição seja previamente conhecida, ou determinar sua localização em uma rede coerente de coordenadas.

Quando se dispõe de um sistema de coordenadas fixas, pode-se definir a localização de qualquer ponto na superfície terrestre.

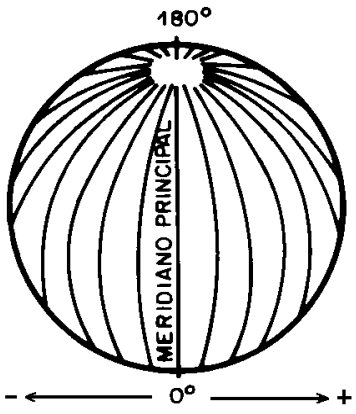
Sistema de Coordenadas Geográficas ou Terrestres

É o sistema mais antigo de coordenadas. Nele, cada ponto da superfície terrestre é localizado na interseção de um meridiano com um paralelo.

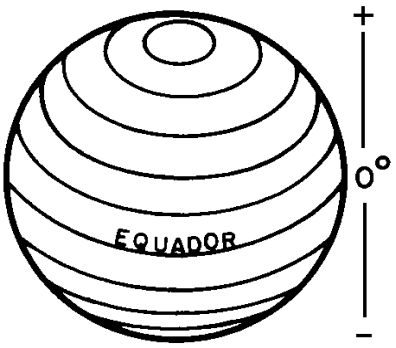
Meridianos são círculos máximos da esfera, cujos planos contêm o eixo de rotação ou eixo dos pólos; correspondem às linhas que unem os dois pólos ao redor da terra.

Meridiano de origem (também conhecido como inicial ou fundamental) é aquele que passa pelo antigo observatório britânico de Greenwich, escolhido convencionalmente como a origem (0°) das longitudes sobre a superfície terrestre e como base para a contagem dos fusos horários.

A leste de Greenwich os meridianos são medidos por valores crescentes até + 180°. A oeste, suas medidas são decrescentes até o limite mínimo de - 180°.

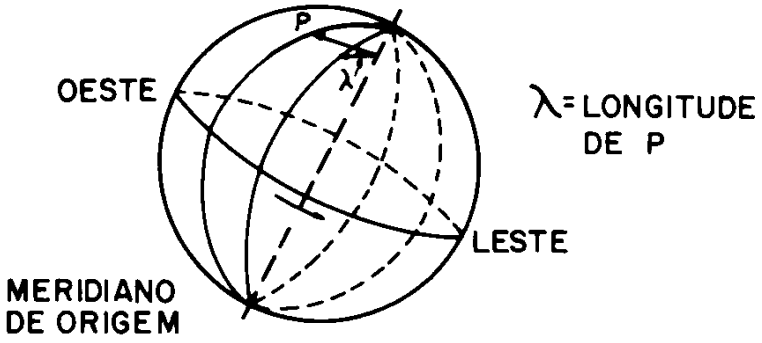


Os paralelos são círculos da esfera cujo plano é perpendicular ao eixo dos polos. O Equador é o paralelo que divide a Terra em dois hemisférios (Norte e Sul), considerado como o pararelo de origem (0°). Partindo do equador em direção aos polos temos vários planos paralelos ao equador, cujos tamanhos vão diminuindo, até se tornarem um ponto nos pólos Norte(+90°)e Sul (-90°).

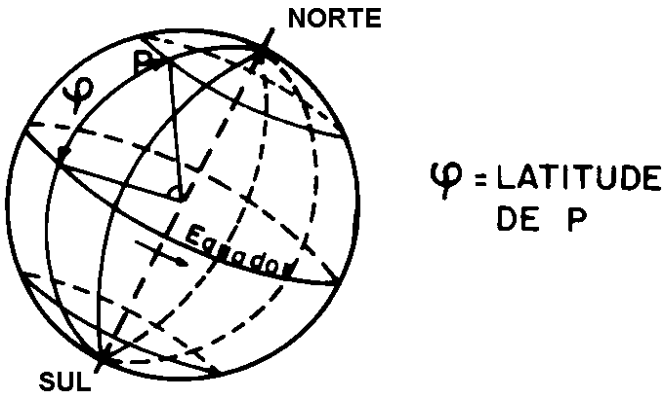


Representa-se um ponto na superfície terrestre por um valor de latitude e longitude.

Longitude de um lugar é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e o meridiano inicial ou de origem.



Latitude é a distância angular entre um ponto qualquer da superfície terrestre e a linha do Equador.



Por exemplo, Leme - SP, situa-se ao sul do Equador e a oeste de Greenwich, tendo latitude e longitude negativas. Sendo a latitude e a longitude ângulos, suas medidas são tradicionalmente representadas em graus, minutos e segundos. Então, as coordenadas geográficas de Leme são:

- S 22° 11' 04": latitude sul
- W 47° 23' 01": longitude oeste

A maioria dos receptores GPS à venda no mercado disponibilizam o formato latitude/longitude em maneiras matemáticas diferentes, a saber:

1 – **somente graus** (hddd.ddddd^{o}): graus (degrees) com 5 casas decimais, onde "h" representa o hemisfério: S,N,W e E;

2 – **graus e minutos inteiros** (hddd^{o} mm.mmm'): graus inteiros e minutos com 3 casas decimais;

3 – **graus, minutos e segundos** (hddd^{o} mm'.ss.s') gruas inteiros, minutos inteiros e segundos com uma casa decimal.

Caso o usuário deseje o receptor GPS faz a conversão automática, dos pontos armazenados na memória, de um formato de coordenada para outro instantaneamente.

A opção por qualquer um dos formatos fica a critério do usuário. Vale que nem um formato é mais preciso que o outro, uma vez que a precisão da posição no gps está origem do sinal, ou seja, nos satélites.

Por ser um sistema que considera desvios angulares a partir do centro da Terra, o sistema de coordenadas geográficas não é um sistema conveniente para aplicações onde se busca distâncias ou áreas.

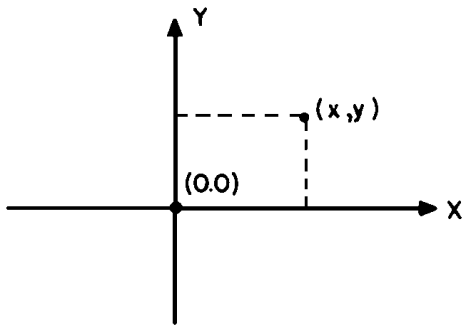
Para estes casos, recomenda-se outro sistema de coordenadas, mais adequado, como, por exemplo, o sistema de coordenadas planas, descrito a seguir.

SISTEMA DE COORDENADAS PLANAS OU CARTESIANAS

O sistema de coordenadas planas, também conhecidas por sistema de coordenadas cartesianas, baseia-se na escolha de dois eixos perpendiculares, usualmente os eixos horizontal e vertical, cuja intersecção é denominada origem, estabelecida como base para a localização de qualquer ponto do plano.

Nesse sistema de coordenadas, um ponto é representado por dois números: um correspondente à projeção sobre o eixo x (horizontal), associado à longitude, e outro correspondente à projeção sobre o eixo y (vertical), associado à latitude.

Os valores de x e y são referenciados conforme um sistema cartesiano, que representa, como exemplo, as coordenadas de Leme - SP.



onde: x=254.000m e y=7.545.000m

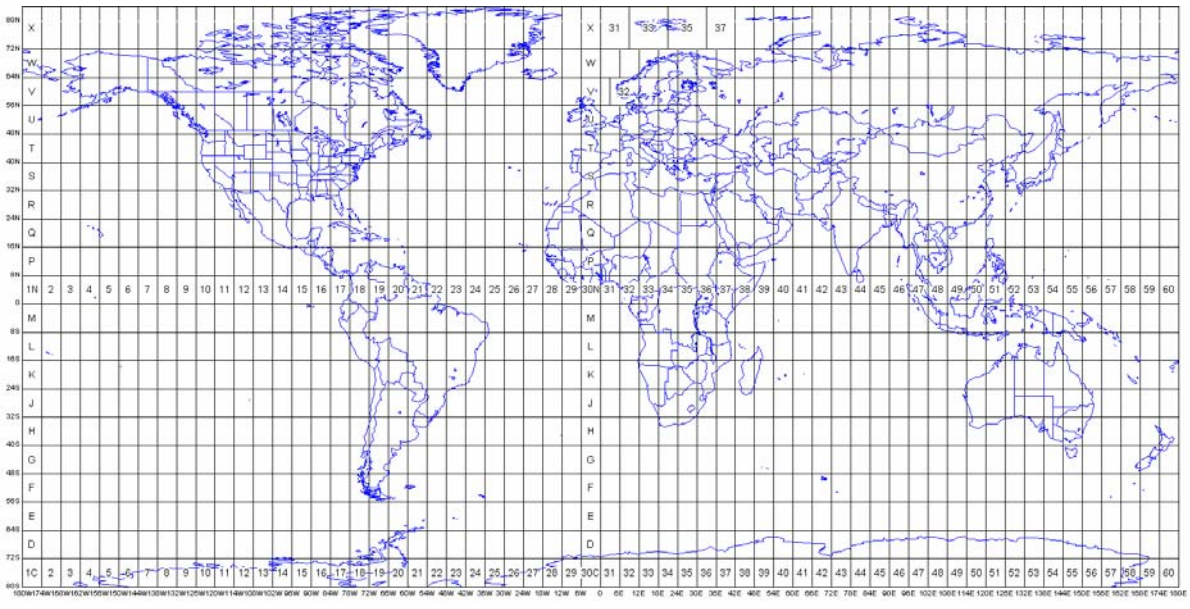
Estas coordenadas são relacionadas matematicamente às coordenadas geográficas, de maneira que umas podem ser convertidas nas outras.

CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA UTM:

A grade UTM divide o mundo em 60 zonas de 6° de largura. A zona número 1 começa na longitude oeste 180° (W 180°=E180º). Continuam em intervalos de 6° até a zona de número 60. Cada zona é projetada num plano e perde sua característica esférica. Assim suas coordenadas são chamadas "falsas". A distorção produzida pela projeção limita o mapa à área compreendida entre as latitudes N 84° e S 80°. A grade UTM não inclui necessariamente letras na sua designação. A letra 'U', usada como referência pelo Sistema Militar Americano (U. S. Military Grid System), designa a região compreendida entre as latitudes N 48° e N 56°. Letras em ordem alfabética – de sul para norte – são usadas para designar seções de 8°, de forma a coincidir a seção 'U 'entre as referidas latitudes. Alguns receptores usam essa notação, outros apenas indicam se as coordenadas estão acima ou abaixo do Equador.

Cada zona tem sua referência vertical e horizontal. A linha de longitude que divide uma zona de 6° em duas metades é chamada de 'zona meridiana'. Por exemplo, a zona 1 é limitada pelas linhas de longitude W 180° e W 174°, então sua zona meridiana é a linha de longitude W 177°. A zona meridiana é sempre definida como 500.000 m. As coordenadas horizontais maiores ou menores que 500.000 m se localizam a leste ou oeste da zona meridiana, respectivamente. O valor de uma coordenada horizontal avalia sua distância – em metros – da zona meridiana. A coordenada 501.560 está a 1.560 m a leste da zona meridiana; a 485.500 está a (500.000 – 485.500) = 14.500 m a oeste da zona meridiana. As coordenadas horizontais crescem para leste e decrescem para oeste. As coordenadas verticais são medidas em relação ao Equador, que é cotado como a coordenada 0.000.000 m de referência para o Hemisfério Norte ou como a coordenada 10.000.000 m de referência para o Hemisfério Sul. A coordenada vertical de uma localidade acima da Linha do Equador é sua distância – em metros – ao Equador. A coordenada vertical 5.897.000 significa que o ponto está a 5.897,0 m acima do Equador. Se o ponto estiver abaixo do Equador, a distância é calculada subtraindo-se o valor da coordenada do valor de referência para o Hemisfério Sul (10.000.000 – 5.897.000 = 4.103,0 m).

Como a mesma coordenada vertical pode ser associada a duas localidades distintas, uma acima e outra abaixo do Equador é necessário indicar em qual hemisfério se localiza para identificá-la.



Grade do Sistema de Coordenadas UTM

Aplicações: Indicada para regiões de predominância na extensão Norte-Sul, entretanto mesmo na representação de áreas de grande longitude poderá ser utilizada. É a mais indicada para o mapeamento topográfico a grande escala, e é o Sistema de Projeção adotado para o Mapeamento Sistemático Brasileiro.

CONCEITOS IMPORTANTES

O sistema de coordenadas geodésicas ou o UTM permite o posicionamento de qualquer ponto sobre a superfície da Terra, no entanto é comum se desejar posicionamento relativo de direção nos casos de navegação. Assim, ficam definidos três vetores associados a cada ponto:

Norte Verdadeiro ou de Gauss - Com direção tangente ao meridiano (geodésico) passante pelo ponto e apontado para o Polo Norte.

Norte Magnético - Com direção tangente à linha de força do campo magnético passante pelo ponto e apontado para o Polo Norte Magnético.

OBS.: Devido à significativa variação da ordem de minutos de arco anualmente deste pólo ao longo dos anos, torna-se necessária a correção do valor constantes da carta/mapa para a data do posicionamento desejado.

Norte da Quadrícula - Com direção paralela ao eixo N (que coincide com o Meridiano Central do fuso) do Sistema de Projeção UTM no ponto considerado e apontado para o Norte (sentido positivo de N)

Azimute: É o ângulo formado entre a direção Norte-Sul e a direção considerada, contado a partir do Pólo Norte, no sentido horário. O Azimute varia de 0º a 360º e dependendo do Norte ao qual esteja a referenciado podemos ter:

- Azimute Verdadeiro ou de Gauss ($Az\ G_{AB}$)

- Azimute da Quadrícula ($Az\ Q_{AB}$)

- Azimute Magnético ($Az\ M_{AB}$)

OBS.: O azimute Geodésico corresponde ao Azimute Verdadeiro contato a partir do Polo Sul.

Contra-azimute: Contra-Azimute de uma direção é o Azimute da direção inversa.

Declinação Magnética (d): É o ângulo formado entre os vetores Norte Verdadeiro e o Norte Magnético associado a um ponto.

Convergência Meridiana Plana (g): É o ângulo formado entre os vetores Norte Verdadeiro e o Norte da Quadrícula associado a um ponto.

No sistema UTM, a Convergência Meridiana Plana cresce com a latitude e com o afastamento do Meridiano Central (MC).

No hemisfério Norte ela é positiva a Este do MC e negativa a Oeste do MC.

No hemisfério Sul ela é negativa a Este do MC e positiva a Oeste do MC.

Rumo: É o menor ângulo que uma direção faz com a Direção Norte- Sul.

Após o valor do rumo deve ser indicado o quadrante geográfico a que o mesmo pertence, ou seja: NO, NE, SO ou SE.

OBS: Como os azimutes, os rumos, dependendo do norte ao qual são referenciados podem ser: Rumo verdadeiro, da quadrícula ou magnético.

Contra-rumo: É o rumo da direção inversa.

14. UNIDADES DE MEDIDAS

Para utilização do GPS com segurança é necessário o conhecimento básico de alguns sistemas de unidades, tais como:

Unidades de Tempo:

1- **Hora**: 1/24 (um vinte e quatro avos) do dia;
2- **Minuto**: 1/60 (um sessenta avos) de uma hora;
3- **Segundo**: 1/60 de minuto; 1/3600 de uma hora;

Unidade de distâncias:

Unidade	Símbolo	Unidade em metros
Metros (Meter)	m	1
Quilômetros (Kilometer)	km	1000
Pés (Feet)	ft	0.3048
Jarda (Yard)	yd	0.9144
Milha Estatutária (Mile)	mi	1.609.344
Milha Náutica (Nautical Mile)	nmi	1852
Varas (medida portuguesa)	varas	1.1
Braças (medida portuguesa)	braças	2.2
Léguas (medida portuguesa)	léguas	6600

Unidades de áreas

UNIDADE DE ÁREA	SÍMBOLO	UNIDADE EM m²
Metros quadrados	m²	1
Quilômetros Quadrados	km²	1000000
Ares	ares	100
Hectares	hectares	10000
Pés Quadrados	ft²	0.09290304
Jardas Quadradas	yd²	0.83612736
Milhas Quadradas	mi²	2.589.988.110.336
Acre Inglês	acres	4.046.856.422
Braças Quadradas	braça²	4.84
Alqueires (SP)	alqueires	24200
Alqueirões (MG)	alqueirões	48400
Légua Quadrada	légua²	43560000

15. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Caro leitor, chegamos ao final da nossa “navegação” pelo Sistema GPS. Não espero com isso que, tendo chegado até aqui, você tenha se tornado um especialista em navegação ou em posicionamento via satélite, mas que pelo menos tenha descoberto e conhecido um pouco mais dessa fascinante tecnologia.

Talvez um dia o uso da tecnologia GPS seja algo tão normal em nossas vidas como o uso do telefone celular. Pelo que temos acompanhado esse futuro não está muito longe.

Para qualquer que seja a finalidade que você esteja utilizando um receptor GPS, seja ele de navegação ou um outro tipo, é de extrema importância seguir algumas dicas, como por exemplo: antes de comprar um aparelho ou realizar um levantamento definir o tipo de produto que se obter; conhecer bem todas as funções do aparelho utilizado; estar preparado para utilizar outros tipos de aparelhos de navegação, caso aconteça algo de errado com equipamento utilizado; armazenar seus dados em pelo menos 3 (três) arquivos diferentes (no receptor gps, em um arquivo digital e uma caderneta de campo), assim você não correrá o risco de perder dados evitando surpresas desagradáveis e, principalmente, lê bastante sobre o tema.

Lembre-se: o sistema GPS é controlado pelo governo norte-americano, podendo ser desligado a qualquer momento, sem aviso prévio, ocasionando grandes erros de posicionamento ou mesmo a perda da recepção do sinal GPS.

Espero que essa modesta publicação tenha contribuído, de alguma forma, para que você tenha conhecido um pouco mais do que é o GPS.

Boa navegação.

Gustavo M. Borges

16. GLOSSÁRIO TÉCNICO

ALMANAQUE – Informações de localização (constelação) e status dos satélites transmitida por cada satélite e coletada pelo receptor.

AZIMUTE – O ângulo formado entre a direção Norte-Sul e a direção de um objeto considerado, contado a partir do Polo Norte, variando de 0° a 360° no sentido horário.

DIREÇÃO – A direção do deslocamento, medida em graus, baseada na convenção que considera o operador/receptor no centro de um círculo imaginário, estando o Norte a $0^{\circ}/360^{\circ}$ e o Sul a 180°.

RUMO – A direção pretendida de movimento.

CURSO – É o ângulo formado entre a direção do destino e a direção Norte-Sul, medida em graus.

COORDENADAS – Descrição única de uma posição geográfica, usando caracteres numéricos ou alfa-numéricos.

NORTE VERDADEIRO ou de GAUSS – A direção do Polo Norte.

NORTE MAGNÉTICO – A direção apontada pela agulha da bússola magnética.

DECLINAÇÀO MAGNÉTICA – A diferença, em graus, entre o norte magnético e o verdadeiro.

POSIÇÃO – Uma localização geográfica na superfície da Terra.

NAVEGAÇÃO - Ato de determinar o curso e a direção do deslocamento.

ROTA – Um curso planejado de viagem definido por uma seqüência de pontos.

PERNA – Distância de um ponto de uma rota ao próximo ponto de referência.

POSIÇÀO FIXA – Coordenadas de posição computadas pelo receptor GPS

S.A. – Selective Availability (Disponibilidade Seletiva) – O erro aleatório que o Departamento de Defesa dos EUA introduz deliberadamente nos sinais do Sistema para degradar sua precisão, onde e quando desejar.

DILUIÇÃO DE PRECISÃO – DOP (Dilution Of Precision) – Também conhecida como GDOP (Geometric DOP), é o fator que determina a precisão obtida devido à geometria dos satélites. Quanto menor a DOP, melhor a precisão.

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

BERNARDI, J. V. E. & LANDIM, P.M.B. **O uso do Sistema de Posicionamento Global na coleta de dados**. Geomatemática,Texto Didático 10, DGA,IGCE,UNESP/Rio Claro, 2002. Disponível em <http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textodi.html>. Acesso em:....

GORGULHO, M. **Apostila de GPS**: **G.P.S. – O "SISTEMA DE POSICIONAMENTO GLOBAL"** Disponível em <http://www.gpstm.com.br>. Acesso em 22 de outubro de 2002.

MANUAL DE OPERAÇÃO dos GPS GARMIN 12, 12XL, 12 MAP, PLUS II e III, V, Linha E-TREX.

MONICO, J.F.G. 2000. Posicionamento pelo NAVSTAR-GPS: descrição, fundamentos e aplicações.

NOÇÕES BÁSICAS DE CARTOGRAFIA – Manual Técnico do IBGE – 1999.

ROCHA, C. H. B. **Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar**. Juiz de Fora, Minas
Gerais: ed. do autor, 2000.

ROCHA, J. A. M. R. **GPS: uma abordagem prática**. 2ª ed. revista e ampliada - Rio de Janeiro: Ed. Catatau LTDA. 149p.

SEGANTINE, P. C. L. 1999. **GPS – Sistema de Posicionamento Global**. Apostila didática da Universidade de São Paulo Escola de Engenharia de São Carlos, Departamento de Transportes. p 181.

THORTON, J. **Apostila sobre GPS** — S. Paulo – SP – 1997.

TIMBÓ, M. A. **Levantamentos através do Sistema GPS**. Departamento de Cartografia da Universidade Federal de Minas Gerais. Minas Gerais 2000.

SITES CONSULTADOS (e INDICADOS)

www.garmin.com

www.trimble.com

www.leicageosystems.com

www.ibge.gov.br

www.portalgps.com.br

www.mundogeo.com.br

www.gpstm.com.br

www.gpsglobal.com.br

www.geoprocessamento.ufjf.br

www.gpsworld.com

www.gpsecurity.com.br

www.teotec.com.br

www.nasareh.com.br

www.colorado.Edu/geography/gcraft/notes/gps/gps_f.html

www.spacial.maine.edu/~leick/alpha.htm

ANEXO

18. GUIA DE OPERAÇÃO BÁSICO DO GPS GARMIN 12, PASSO A PASSO

CARACTERÍSTICAS DO GPS GARMIN 12

GPS de 12 canais paralelos de recepção. Ótimo sistema receptor, ideal para ser usado em locais de obstruções geográficas ou matas densas. Recuperação de posições rápidas e precisas em comparação a outros GPS ou quando você precisa se mover rapidamente (alta velocidade). Possui caixa robusta, muito resistente e a prova d'água. Permite que você faça cálculo de área no próprio aparelho. Mostra na tela símbolos e comentários dos waypoints determinados, além de possuir uma biblioteca interna de localização das cidades para a América Latina, 106 datums pré-defenidos e 24 formatos de grades. Possui o exclusivo sistema TracBack da Garmin, que permite ver na tela o percurso feito além de criar automaticamente uma rota em cima de uma trilha, de tal forma que você poderá voltar totalmente orientado pelo GPS para o ponto de partida. Possui alarme sonoro de âncora, proximidade, chegada e de desvio de rota.

ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS:

- Waypoints: 500 waypoints com nome e símbolos
- Rotas: 20 rotas reversíveis com 30 waypoints cada, mais função MOB e Track Back.
- Track Log: Traçado automático
- Map Datums: 107 incluindo user Datum
- Coordenadas: Lat/Lon, UTM/UPS,MGRS, mais outras grades, incluindo Maidenhead e User Grid.
- Receptor: Sistema diferencial de 12 canais paralelos de recepção contínua.
- Tempo de Aquisição:
Quente: aprox. 15 segundos
Frio: aprox. 45 segundos
Autolocate TM: aprox. 2 minutos
Update Rate: 1 segundos, continuamente
- Precisão:
Posição: 15 metros
Velocidade: 0.1 knot RMS
- Interfaces: NMEA 183 e correção DGPS RTCM 104.

Características Físicas:
- Tamanho: 5.3 x 14.7 x 3.1 cm
- Peso: 269g com pilhas
- Tela: 5.6 x 3.8 cm alto contraste - LCD com iluminação.
- Estanqueidade: vedada com solda ultrasônica, water proof - IPX-7
- Faixa de temperatura: (-15ºC to 70ºC)
- Memória interna: Bateria interna recarregável de lithium.
- Antena: interna, com opção para conectar antena externa.
- Alimentação: 4 pilhas tipo AA ou 10-32vDC, com vida útil em torno de 24 horas.

CONHECENDO O TECLADO

Liga e desliga a unidade, e ativa a iluminação da tela.

Navega pelas principais páginas de dados em seqüência, e retorna a tela a uma página primária, partindo de uma página secundária.

Captura uma posição e mostra a página de marcação de posição (*mark position*).

Mostra a página GOTO com o *waypoint* em destaque para a operação GOTO. Pressionar GOTO duas vezes ativa a função MOB.

Confirma a entrada de dados e ativa os campos em destaque, a fim de permitir a entrada de dados.

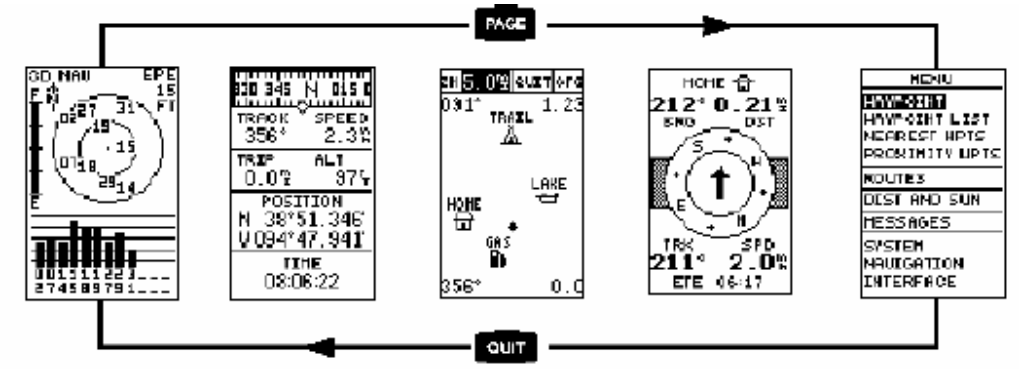
Retorna a tela a uma página anterior, ou restaura os valores anteriores dos campos de dados.

Seleciona caracteres alfanuméricos e escolhas de menus, e move o destaque de campo para campo.

OBS: A tecla de setas é usada para todas as entradas de dados. Use as setas para baixo e para cima a fim de selecionar letras, números e opções de menus; use as setas para a esquerda e para a direita para mover o cursor para adiante e para trás, ao longo de uma linha. Pressione [ENTER] para confirmar a entrada de dados.

Páginas primárias

Antes de percorrer as funções do aparelho, vamos examinar as páginas de informação primárias, usadas pelo GPS 12. Alterna-se a exibição das páginas pressionando-se as teclas QUIT ou PAGE.



SATÉLITE POSIÇÃO MAPA BUSSOLA MENU

Página Satélite
A página **Satélite** *e* mostra as posições e a intensidade de sinal dos satélites. As posições são representadas através de dois círculos e um ponto central. O círculo mais externo mostra os satélites que estão no nível do horizonte; o círculo interno está 45º acima do horizonte e o ponto central representa os satélites diretamente perpendiculares à posição do aparelho. O conhecimento das posições dos satélites mostrará em quais direções os sinais estarão bloqueados. A parte inferior da página contém um conjunto de barras representativas da intensidade do sinal de cada satélite que esteja em uso.

Página Posição
A página **Posição** mostra a posição atual, a direção segundo a qual o usuário se desloca e a velocidade de deslocamento. O alto da página contém uma bússola em forma de fita, que é uma representação gráfica de sua "proa" (*heading*) ou "rumo" (*track*). Seu rumo e velocidade aparecem imediatamente abaixo. ***A bússola em forma de fita somente reflete seu rumo real, quando você está se movendo.*** O resto da página mostra a posição atual em três dimensões: latitude, longitude e altitude. Também estão disponíveis um odômetro (distância percorrida) e um relógio de 12 ou 24 horas.

Página Mapa
A **página Mapa** atua como uma janela. Ela permite visualizar a posição atual, o caminho percorrido e os PONTOS (*waypoints)* próximos. Um ícone em forma de diamante no centro da tela representa a posição atual. À medida que o usuário se move, este verá uma linha fina – chamada *track log* (registro de trilha) – aparecendo ao longo do caminho recém percorrido. Os nomes dos *waypoints* armazenados e das cidades próximas também aparecerão no mapa. Os cantos inferiores do mapa mostrarão sempre o rumo e a velocidade. Quando o usuário estiver se movendo em direção a um *waypoint*, assinalando um *waypoint* existente na tela, ou usando a cruz permanente de objetivo (*target*), à distância e rumo correspondentes aparecem nos cantos superiores do mapa. O topo da tela contém os campos *zoom* (ampliação) *pan* (redução) e *configuration* (configuração).

Página Navegação
A página *Navigation* apresenta uma orientação contínua durante o deslocamento até um *waypoint*. O GPS 12 possui duas opções de páginas de navegação: a Página *Compass* (bússola) e a Página *Highway* (estrada). A página *Compass* é a opção inicial e será explicada resumidamente aqui. A página *Highway* será descrita na página 34 deste manual.

A **página Bússola** mostra o *waypoint* de destino no seu topo, com o rumo (*bearing* – *B*RG) e a distância (DST) ao *waypoint* são mostrados logo abaixo. O centro da página
contém uma rosa dos ventos e uma seta que mostra a direção do *waypoint*, partindo da posição atual. A base da página oferece as informações de rumo atual (*track* - TRK), velocidade (*speed* – SPD), e um campo selecionável, que pode mostrar a hora estimada de chegada (ETA) o tempo de viagem transcorrido (ETE), a velocidade de aproximação ao destino (VMG), ou o desvio angular (*turn* – TRN).

Página Menu Principal
A última página primária é a ***Main Menu***. Ela contém o Menu Principal, que dá acesso às funções do GPS 12, de gerenciamento de *waypoints*, rotas, registro de trilhas e configuração, através de uma lista de sub – menus.

LIGANDO O RECEPTOR

O primeiro passo é ligar o receptor. Para isso, Pressione a tecla ***LIGA/DESLIGA*** ***(botão da Lâmpada vermelha)*** até que o receptor comece a funcionar. A página de boas vindas aparecerá enquanto a unidade conduz um teste automático. Assim que o teste se completar, aparecerá a página de Satélite.

MARCANDO UMA POSIÇÃO

O GPS 12 permite a marcação e memorização como *waypoints*, de até 500 posições. Um *waypoint* pode ser inserido memorizando-se uma posição eletrônica instantânea, inserindo manualmente as coordenadas ou usando o azimute e a distância a uma posição conhecida.

Para marcar a posição atual:
1. Pressione [**MARK**]. Surgirá a página *mark position*, mostrando a posição capturada e o nome inicial detrês dígitos.
2. Para salvar a posição, com o nome e o símbolo iniciais, pressione [ENTER], confirmando a opção 'SAVE?'

Para atribuir um nome diferente ao *waypoint*:
1. Selecione o campo correspondente ao nome e pressione [**ENTER**].
2. Faça as mudanças desejadas e pressione [**ENTER**].
3. Selecione '**SAVE**?' e pressione [**ENTER**].

PÁGINAS DE *WAYPOINTS*

O GPS 12 possui três páginas de *waypoints* que permitem um gerenciamento rápido de até 500 *waypoints*. Essas páginas – *waypoints* mais próximos (*nearest*), lista de *waypoints* e definição de w*aypoints* – podem ser acessadas através da página do menu principal.

Para selecionar uma página de *waypoint*:
1. Acesse o *Menu Principal* e selecione uma das opções:
Waypoint, Waypoint List, ou *Nearest Waypoints*.
2. Pressione [**ENTER**].

Página *Nearest Waypoints*
Esta página mostra os nove *waypoints* mais próximos, situados dentro 100 milhas da posição atual, indicando o rumo e a distância para cada um. Esta página também permite que se revise a página de definição de um *waypoint*, ou que se inicie uma navegação (GOTO) para um *waypoint* selecionado a partir da lista.

Para revisar a página de definição de um *waypoint* selecionado:
1. Selecione o *waypoint* desejado.
2. Pressione [**ENTER**].

Para retornar à página *Nearest Waypoints*:
1. Selecione '**DONE**?' (concluído).
2. Pressione [**ENTER**].

Página *Waypoint List*

Esta página fornece uma lista completa de todos os *waypoints* armazenados no GPS 12 e seus respectivos símbolos. O número total de espaços vazios e usados na memória também é indicado. A partir da página *waypoint list*, pode-se revisar a definição de um *waypoint*, apagar todos os *waypoints* definidos pelo usuário, apagar *waypoints* pelo símbolo, ou revisar e executar uma navegação para um *waypoint* selecionado:

Para apagar todos os *waypoints* definidos pelo usuário:
1. Selecione a opção '**DELETE WPTS**?' (apagar waypoints?) e pressione [**ENTER**].
2. Selecione '**DELETE ALL'** (apagar todos) e pressione
[**ENTER**].
3. Selecione a opção '**YES'** e pressione [**ENTER**].

Para apagar os *waypoints* a partir do símbolo:
1. Execute as instruções anteriores a partir do passo 1, para apagar todos os *waypoints* definidos pelo usuário.
2. Selecione '**DELETE BY SYMBOL'** e pressione [**ENTER**].
3. Selecione o símbolo correspondente aos *waypoints* que deseja apagar, e pressione [**ENTER**].
4. Pressione [**ENTER**] para confirmar a opção '**DONE'**
(concluído), selecione a opção **ÝES**?', e pressione [**ENTER**].

Para criar um *waypoint* inserindo coordenadas:
1. Partindo da página de definição, selecione '**NEW**?'
(novo?) e pressione [**ENTER**].
2. Insira um nome para o *waypoint* e pressione [**ENTER**].
3. Pressione [**ENTER**] para selecionar um símbolo; faça a escolha e pressione novamente [**ENTER**].
4. Selecione a opção '**DONE**?' (concluído?) e pressione [**ENTER**] para retornar à página de *waypoints*.
5. Selecione o campo de posição, insira a posição usando as setas, e pressione [**ENTER**].
6. Pressione [**ENTER**] para confirmar a opção '**DONE**?'

SÍMBOLOS DE WAYPOINTS

O GPS 12 permite a seleção de um dentre 16 símbolos para cada *waypoint*, permitindo fácil reconhecimento na tela do mapa. Na página *symbol*, pode-se também selecionar como os *waypoints* aparecem no mapa.

Para selecionar um símbolo:
1. Selecione o campo *symbol* na página de definição de *waypoints*, e pressione [**ENTER**].
2. Use as setas parar escolher um símbolo, e pressione [**ENTER**].
3. O cursor se deslocará para o campo DISPLAY, onde se pode selecionar quais informações aparecerão no mapa.
4. Pressione [**ENTER**] e selecione uma das seguintes opções de apresentação: 'NAME WITH SYMBOL' (nome e símbolo), '**SYMBOL ONLY'** (somente símbolo), ou '**COMMENT WITH SYMBOL'** (símbolo e comentário).
5. Pressione [**ENTER**] para confirmar sua seleção, e [**ENTER**] novamente, para confirmar a opção '**DONE**?' (concluído?).

EDIÇÃO DE NOME E EXCLUSÃO DE WAYPOINTS

As funções de edição de nome e exclusão localizam-se do lado esquerdo inferior da página de definição.

Para editar o nome de um *waypoint* existente:
1. Selecione '**RENAME**?' e pressione [**ENTER**].
2. Insira o novo nome para o *waypoint* e pressione
[**ENTER**].
3. Pressione [**ENTER**] para confirmar a opção '***Yes****?'*.

SELEÇÃO DE UM DESTINO GOTO

O GPS 12 oferece quatro maneiras de navegação até um dado destino: GOTO, MOB, *TracBack* e navegação por rota. O método mais rudimentar de seleção de um destino é a função GOTO, que permite a escolha de qualquer *waypoint* memorizado como destino, e imediatamente estabelece um rumo direto partindo da posição atual.

Para ativar a função GOTO:
1. Pressione [**GOTO**].
2. Selecione o *waypoint* para o qual deseja navegar, e
pressione [**ENTER**].

Assim que o *waypoint* de destino (**GOTO**) tiver sido ativado, a página *Compass* (bússola) ou *Highway* (estrada) oferecerão a orientação necessária à navegação até que a função **GOTO** tenha sido cancelada, ou a unidade tenha voltado a navegar na rota ativa.

Para cancelar uma GOTO ativa:
1. Pressione a tecla [**GOTO**].
2. Selecione 'CANCEL GOTO?' e pressione [**ENTER**].

NAVEGAÇÃO TRACBACK

A função *TracBack*, patenteada pela GARMIN, permite que o usuário retorne facilmente pelo caminho percorrido, usando o registro de trilhas automaticamente armazenado no receptor. Esta função elimina a necessidade de se marcar *waypoints* ao longo do caminho e criar manualmente uma rota ativa de volta ao ponto de partida. Três opções de registro de trilha estão disponíveis:

Off (**desligado**) – nenhum registro será feito.
Fill (preencher) – a trilha será gravada até o limite de capacidade da memória.
Wrap (sobrepor) – a trilha será gravada continuamente, até o limite da memória, substituindo os dados mais antigos pelos mais recentes.

Para selecionar uma opção de registro de trilha:

1. Selecione o campo '**OPT'**, na página do mapa, e pressione [**ENTER**].
2. Selecione '**TRACK SETUP'** (configuração de trilha) e pressione [**ENTER**].
3. Selecione o campo '**RECORD'** (registrar), pressione [**ENTER**], selecione uma opção e pressione novamente [**ENTER**].

Assim que a rota *TracBack* for ativada, ela guiará o usuário de volta ao ponto mais antigo da trilha memorizada. Portanto, é sempre uma boa idéia limpar o registro existente no início de cada viagem.

Para limpar o registro de trilha e definir um ponto de partida para a rota *TracBack*:
1. Na página do mapa, pressione [**ENTER**], selecione a opção '**TRACK SETUP'**, e pressione [**ENTER**].
2. Selecione '**CLEAR LOG**?' (limpar registro) e pressione [**ENTER**]. Selecione a opção '***Yes'*** e pressione [**ENTER**].

Para ativar uma rota *TracBack*:
1. Pressione [**GOTO**], selecione '**TRACBACK**?' e pressione [**ENTER**].
Atenção:
Ao programar o registro de trilhas para **OFF** (desligado), a função *TracBack* também será desativada.

CRIAÇÃO DE ROTAS E NAVEGAÇÃO POR ROTAS

Para criar uma rota a partir da página de definição:
1. Selecione o campo com o número da rota e pressione [**ENTER**].
2. Insira um número de rota e pressione [**ENTER**].
Selecione uma rota vazia – sem *waypoints* listados – quando estiver criando uma nova rota.
3. Insira o primeiro *waypoint* da rota e pressione [**ENTER**].
À medida que vão sendo inseridos os *waypoints*restantes, a lista vai sendo automaticamente rolada para baixo.
4. Para alterar o comentário da rota (automaticamente atribuído com base nos *waypoints* inicial e final), selecione o campo de comentário e pressione [**ENTER**]. Insira o comentário e finalize com [**ENTER**].

PARA ATIVAR UMA ROTA:
1. Partindo da página de definição, selecione o campo de número de rota e pressione [**ENTER**].
2. Insira o número da rota a ser ativada e pressione [**ENTER**].
3. Selecione '**ACT**?' e pressione [**ENTER**].

Para ativar uma rota invertida:
Siga os passos acima, mas selecione '**INV**?' e pressione [**ENTER**].

MENU DE CONFIGURAÇÃO

O menu de configuração (*setup menu*) mostra uma lista adicional de quatro opções, usadas exclusivamente para configurar o GPS 12 de acordo com as preferências do usuário. Estão disponíveis seleções para configuração de sistema (*system*), navegação (*navigation*), interface e alarmes (*alarms*).

O **Modo Normal** opera a unidade com o máximo desempenho, e permite que a vida útil das pilhas chegue a 24 horas, com pilhas alcalinas.

O **Modo Simulador** permite a operação da unidade sem sintonizar satélites, e é ideal para praticar, ou inserir *waypoints* e rotas enquanto não se está navegando.

Para selecionar um modo operacional:
1. Selecione o campo 'MODE' e pressione [**ENTER**].
2. Selecione um modo e pressione [**ENTER**].

Configuração do Sistema: *Offset*

A diferença (***offset***) de hora e data está localizada diretamente abaixo do campo *mode*. Observe-se que as informações correspondentes à data e hora são derivadas dos satélites GPS e não podem ser alteradas pelo usuário. Uma vez que a hora mostrada é UTC (Hora Média de Greenwich), será necessário definir uma diferença de tempo para obter-se a hora local para uma dada área.

Para inserir a diferença horária:
1. Selecione o campo '**OFFSE**T' e pressione [**ENTER**].
2. Insira a diferença horária e pressione [**ENTER**].

Nota: mova o cursor para a esquerda a fim de mudar o sinal positivo ou negativo.

PÁGINA DE CONFIGURAÇÃO DA NAVEGAÇÃO

A página *Navigation Setup* é usada para selecionar o formato desejado para as posições, o datum do mapa, a escala CDI, as unidades de medida para velocidade e distância e a proa de referência.

CONFIGURAÇÃO DA NAVEGAÇÃO: FORMATO DE POSIÇÃO

O formato padrão do GPS 12 é o MGRS. Pode-se também escolher latitude e longitude em graus e minutos (**hdddº mm.mmm'**); graus, minutos e segundos (**hdddº mm'ss.s "**); graus somente (**hddd)".ddddd); UTM/UPS**;
Maidenhead; Definido pelo Usuário; ou os sistemas regionais: Britânico, Alemão, Irlandês, Indonésio, Indiano, Sueco, Suíço, de Taiwan e Malaio Ocidental.

Para selecionar um formato de posição:
1. Selecione o campo 'POSITION FRMT'e pressione [**ENTER**].
2. Escolha o formato e pressione [**ENTER**].

CONFIGURAÇÃO DA NAVEGAÇÃO: DATUM

O campo 'MAP DATUM' vem com a opção inicial 'WGS 84'. Embora estejam disponíveis mais de 100 datums, somente se deve mudar o datum no caso de se estar utilizando cartas ou mapas que especifiquem um datum diferente do WGS 84. Se nenhum datum estiver especificado, o usuário

pode selecionar aquele que se aplica à região em que se encontra, até que determine o datum capaz de fornecer a posição mais exata de um ponto conhecido.

Para selecionar o datum:
1. Selecione o campo '**MAP DATUM'** e pressione [**ENTER**].
2. Escolha o datum e pressione [**ENTER**].

CONFIGURAÇÃO DE NAVEGAÇÃO: ESCALA CDI

O campo do indicador de desvio de rumo (**CDI**) permite a definição da distância representada na barra indicadora que aparece na Página da Estrada. Quatro escalas estão disponíveis: +/- 0.02, 0.25 (valor inicial), 1.25 e 5.0 milhas ou quilômetros. O valor representa os limites da escala (à esquerda ou direita do centro), do indicador de desvio de rumo.

Para inserir uma escala CDI:
1. Selecione o campo 'CDI' e pressione [**ENTER**].
2. Selecione a escala desejada e pressione [**ENTER**].

CONFIGURAÇÃO DE NAVEGAÇÃO: UNIDADES DE MEDIDA

O GPS 12 permite a seleção de milhas terrestres (valor inicial), milhas náuticas ou unidades métricas para medidas de distância e velocidade.

Para trocar as unidades de medida:
1. Selecione o campo '**UNITS'** e pressione [**ENTER**].
2. Escolha as unidades de medida desejadas e pressione [**ENTER**].

CONFIGURAÇÃO DE NAVEGAÇÃO: PROA DE REFERÊNCIA

A informação de proa do GPS 12 pode ser apresentada em referência ao Norte Magnético (automático ou definido pelo usuário), Norte Verdadeiro, ou proas calculadas em sistemas de coordenadas. A opção inicial é o Norte Magnético calculado automaticamente, que é adequado para a maioria das aplicações.

Para selecionar uma proa de referência:
1. Selecione o campo 'HEADING' e pressione [**ENTER**].
2. Selecione a referência desejada e pressione [**ENTER**].

Para definir uma proa magnética:
1. Selecione 'USER MAG' e pressione [**ENTER**].
2. Insira os graus e a direção da variação magnética, e pressione [**ENTER**].